עיונים בטכנולוגיה

בטאון לענייני חינוך טכנולוגי אורט ישראל המחלקה הטכנית פדגוגית

גליון מס' 21
חשון תשנ"ה, אוקטובר 1994



העורך: ד"ר רפי נחמיאס
חברי המערכת: אילן אהרון, ורדה איתן, נעמה לב־ארי, יואל רוטשילד, משה קרפל, אייל ששון
עריכה לשונית: ורדה איתן **עיצוב גרפי ואיורים:** אריה גלוך **עריכה וצילומים:** אילן אהרון

כתובת המערכת: "עיונים בטכנולוגיה", המרכז הפדגוגי ע"ש מושינסקי, דרך הטייסים 28, תל־אביב 67299

עיונים בטכנולוגיה

בטאון לענייני חינוך טכנולוגי · אורט ישראל · המחלקה הטכנית פדגוגית

קוראים יקרים,

גליון מס' 21 של "עיונים בטכנולוגיה" רואה אור עם פתיחת שנת הלימודים תשנ"ה ומקדם בברכה את כל העושים במלאכה.
הבטאון מתמקד הפעם על נושאי טכנולוגיה ומדע בראי החינוך והחברה מנקודות מוצא שונות.
פרופ' אפרים קציר רואה את המדע והטכנולוגיה כחלק מן התרבות האנושית, אין הם שוב תחומי דיסציפלינות מיוחדות, אלא כאלו שחדרו לכל שטחי החיים שלנו. הטכנולוגיות משתנות מהר, אך גם השכל, גם ההבנה וגם התפיסה של העולם שאנו חיים בו, הולכים ומתפתחים משנה לשנה ומתקופה לתקופה.
פרופ' דוד חן רואה את הטכנולוגיה כדרך לפתרון בעיות קיומיות של האדם הנבון, לפיה התנהגויות טכנולוגיות הן העניין של היכולת לעשות, של התערבות אמיתית בעולם העשייה לחולל בו שינויים.
פרופ' נורית גוברין מעמידה זה מול זה את צמד המושגים טכנולוגיה ותרבות, כאשר טכנולוגיה בעיניה היא אמצעי לספק לאדם אמצעים לרווחתו ותנאים להתפתחותו הרוחנית ולאושרו. ואילו התרבות היא ערך בפני עצמו, נכס שעושה את חיי האדם מלאים יותר וטובים יותר.
בת שבע רייס עומדת על עובדת השתנותם של תכנים וגידול מואץ בהיקפם. לפיכך היא מציעה להתרכז בהקניית מיומנויות ואסטרטגיות למידה כלליות כמו: יכולת חיפוש ידע, כושר לימוד עצמי ופיתוח גמישות עצמית כתחליף ללמידה המתבססת על הקניית ידע.
מבט אל הנעשה בבתי הספר של אורט חושף את תוכנית מיחשוב מערכת החינוך שמטרותיה ואפיונה עולים ממאמרו של ד"ר גיל עמית: כניסת בית הספר לתרבות עידן המידע; שיפור וחיפוש ההוראה והלמידה; קידום מעמד המורה.
בהקשר זה מתוארת רשת התקשורת של אורט ישראל -אורטנט, על היבטיה הדידקטיים והתרבותיים: דואר אלקטרוני, ועידות אלקטרוניות ומאגרי מידע.
מתווה מתודולוגי למערכת ההדרכה להוראת הטכנולוגיה בחטיבות הביניים עולה ממאמרם של צבי ובני אילן ומדגיש את חשיבות העמקת האוריינות הטכנולוגית ככלי חינוכי-לימודי, הפותח אופקים ומקנה הרגלי חשיבה חדשים.
תמונת העולם היישומית של הרעיונות הללו ניכרת בכתבה המצולמת על טכנולוגיה ומדע בחטיבת הביניים באורט סינגלובסקי, או בדף המידע על הלומדות הפתוחות של אורטסופט במתימטיקה, המאפשרות פעילות מגוונת בתחום הידע שבו הן עוסקות.
עוד בגליון טפח מעולם האמנות. עמיחי זילברמן רשם מספר הערות בשולי ספרו הקלסי של רוברט פירסינג "זן ואמנות אחזקת האופנוע" ומצא בו אב טיפוס לבר-אוריין טכנולוגי.
נעמה לב-ארי רשמה מספר מחשבות על יחסי הגומלין שבין טכנולוגיה ואמנות מתוך תהייה על משמעותה של האמנות המודרנית.
דורית זילברמן סוקרת ספרות גברים ומגלה בה נטיות טכנולוגיות וביטוי לכמיהה אל יישומי המדע.
אנו מקווים כי התוכניות החדשות לשנת הלימודים תשנ"ה והציפיות העולות מהן יובילו למחוזות של הצלחה, של שלום, סיפוק ועניין.

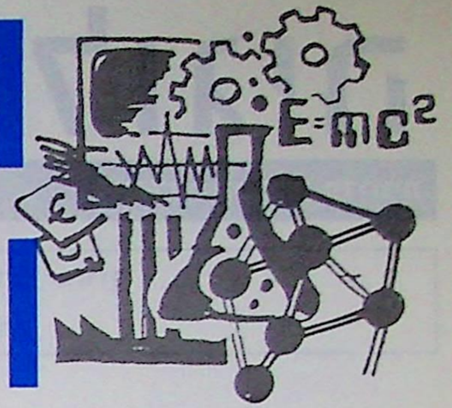
בברכה,
המערכת

צילום השער: אילן אהרון
עיצוב: אריה גלוך

תוכן העניינים

גליון מס' 21, חשון תשנ"ה, אוקטובר 1994

חדשות וחידושים בטכנולוגיה



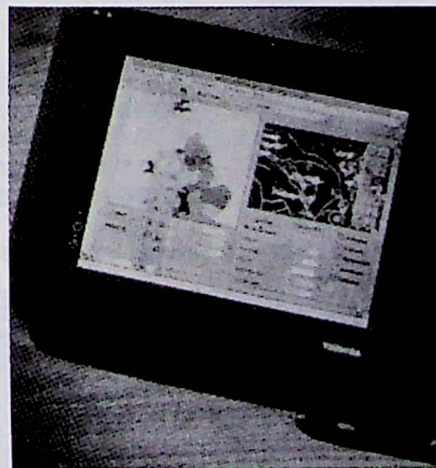
אילן אהרון,
אמיר בן שלום

עדשות נוזליות

חברת לוקהיד המציאה עדשת טלפוטו לא יקרה המשתמשת בנוזל במקום מספר חלקי זכוכית. התמיסות, שאת מרכיביהן לוקהיד אינה חושפת, עוזרות לתקן את העיוות הצבעוני שנוצר ממעבר קרני אור דרך זכוכית. הן גם ממלאות את הפגמים (אי השלמות) מסביב למשטחי הזכוכית, ומקטינות בכך את הצורך בליטוש העדשה.
לוקהיד טוענת שהשימוש בתמיסות משפר את הניגוד וכושר ההפרדה כיוון שאין צורך לצפות בציפוי נגד החזרות משטחי עדשות שכנים (שגובלים עם עדשות אחרות).
שיטה זו מאפשרת קבלת צילומים טובים והיתרון הגדול הוא הקטנה משמעותית בעלויות.
לוקהיד טוענת שהתכנון שלה יכול להקטין את ההוצאות בחומרים של עדשת 300 מ"מ בקרוב ל-90% לכ-150$ מ-1100$. חברת לוקהיד מחזיקה במספר פטנטים המסבירים כיצד התמיסות מוכנסות ונאטמות אל תוך העדשות.
כעת בלוקהיד עוסקים במשא ומתן עם יצרני עדשות בארה"ב, אירופה ויפן.

מחשב עט צבעוני

חברת טושיבה הציגה באחרונה את מחשב-העט הצבעוני הראשון שלה, Dynapad T200, המבוסס על מעבד 486. בטושיבה סבורים כי למחשבי העט יש שוק גדול, משום שיש עדיין יישומים רבים שלעט ולנייר אין בהם תחליף, ואת אלה ישרתו מחשבי העט. למחשב של טושיבה כונן קשיח של 80 מ"ב, הניתן להרחבה על ידי כרטיסי PCMCIA. למחשב מסך VGA בכושר הפרדה של 640X480.



סוללות "חכמות" - היודעות איך לטעון את עצמן

גודלו של הציוד האלקטרוני המתקדם הולך וקטן. מחשבים אישיים שפעם תפסו חצי שולחן מונחים כיום על כף היד וטלפון סלולארי (פלאפון) שבעבר הותקן רק במשאית - נכנס לכיס החולצה.
מכשירים נישאים אלו מופעלים לרוב מסוללות ניקל קדמיום טעונות ומאפשרים לנו לעבוד בכל מקום, ללא צורך להתחבר לרשת החשמל. החיסרון הוא שניתן להפעיל בצורה זו את המכשיר לפרק זמן מוגבל, ולאחר מכן יש צורך לטעון את הסוללות.
במבט ראשון נראה תהליך ההטענה של הסוללות דומה להפעלה של כל מכשיר חשמלי אחר. מחברים את הסוללה למטען, המטען מזרים לתוכה זרם ולאחר זמן היא נטענת למלוא קיבולה. במציאות המצב מסובך יותר. ראשית - כדי שתהליך ההטענה יהיה יעיל וכדי שהסוללה "תתמלא" עד הסוף, רצוי לרוקן אותה לחלוטין לפני הטעינה. שנית - אסור

להטעין את הסוללה יותר מדי משום שהיא מתחממת וניזוקה. ושלישית - זרם הטעינה האופטימלי תלוי בגודל הסוללה ובטמפרטורה שבה היא נמצאת. בקיצור - כדי להטעין סוללת ניקל קדמיום באופן יעיל, כך שהיא תוכל לספק את מלוא האנרגיה החשמלית שבה וכדי שנוכל להשתמש בה גם בהטענה הבאה, רצוי לעשות זאת בעזרת מערכת בקרה משוכללת. מטעני סוללות מודרניים מצוידים לרוב במערכת כזו והם אכן מאריכים את חיי הסוללה ומטעינים אותה באופן היעיל ביותר. השאלה היא מדוע מי שמשתמש במחשב מחברת או בפלאפון צריך לסחוב איתו מטען משוכלל, שהוא לרוב גדול וכבד? למה



לא להכניס את מערכת בקרת הטעינה לתוך הסוללה עצמה? מדובר הרי במיקרו־מחשב פשוט, שהינו רכיב קטן ממדים וזול למדי (זול בהרבה מסוללה נטענת)!
שיתוף פעולה של שתי חברות, האחת המתמחה בייצור סוללות: Energizer Power System (המייצרת בין השאר את סוללות האלקליין אנרגיזר) והשנייה המתמחה הייצור מוליכים למחצה: National Semiconductors (שאחד ממפעליה נמצא במגדל העמק) הביא לפיתוח וייצור "סוללה חכמה" (Smart Battery) המפקחת בעצמה על תהליך ההטענה ודואגת שהזרם המוזרם לתוכה יהיה הזרם הנכון למשך הזמן הנכון. שיתוף פעולה ופיתוח דומה נעשים גם ע"י חברת הסוללות Duracel (דורסל) ויצרנית המוליכים למחצה Intel (המחזיקה בארץ מרכז תכנון ופיתוח).
הסוללה ה"חכמה" מצוידת במיקרו־קונטרולר (מיקרו־מחשב המיועד לבקרה), בזיכרון PROME (זיכרון מחיק המשמש לזכירת נתונים שונים בזמן פעולת הסוללה והטענתה) ובאלגוריתם טעינה מיוחד שפותח במסגרת הפרויקט. את הסוללה אפשר לחבר לכל מטען "טיפש" והיא תבקר את עוצמת זרם הטעינה המגיע אליה ואת זמן הטעינה. יתרון נוסף של מערכת הבקרה הוא שהיא יודעת "לדבר" עם המכשיר שבתוכו היא מצויה ודרכו להציג למשתמש את מצב הסוללה (על גבי מסך המחשב, תצוגת הטלפון וכו'). בצורה זו, בזמן עבודה - יכול המשתמש לדעת מה הזמן הנותר עד לריקון הסוללה ולחלופין, בזמן הטענה - כמה זמן עד להטענה מלאה.
סוללות אלו מיועדות בעיקר לשימוש במחשבי מחברת ולטלפונים סלולריים שבהם בעיית המשקל חמורה יחסית. בפרט במקרים שבהם המכשיר עצמו נהיה קטן יותר ויותר. עם השנים הסוללה מתחילה לתפוס את עיקר המשקל והנפח - קצת מצחיק שהטלפון הסלולרי עצמו הוא בגודל בול דואר, אבל כדי להפעיל אותו עשר דקות נדרשת סוללה בגודל של שתי קופסאות סיגריות.

מודם ננסי למחשבים נישאים

כרטיס מודם ננסי המאפשר לבעלי מחשבים נישאים מתקדמים להעביר פאקס או נתונים, דרך קווי הטלפון, מכל מקום בארץ ובעולם, הוצג לאחרונה בישראל.



מדובר בכרטיס זעיר הנתקע לחריץ תואם טכנולוגיית PCMCIA, הקיים במחשבים הנישאים מן הדור החדש. החריץ מאופיין במחבר צר ודק בעל 68 פינים, והמודם מאפשר למחשב הנייד להתחבר אל כל טלפון.
בעל המחשב הנישא, הנמצא בניידות, יכול לשדר או לקבל נתונים, אל מחשב נייד או אל מחשב שולחני, או לשלוח פאקס, כתחליף לשיחת טלפון, כדי לחסוך בעלויות.
המודם משדר וקולט נתונים בקצב של 14,000 ביטים לשנייה, אך יכולת הדחיסה הקיימת בו, מאפשרת למעשה שידור וקליטה בקצבים הגבוהים פי ארבעה, כלומר עד 57,600 ביטים לשנייה.
המכשיר משדר וקולט פאקס בקצב של 9600 ביטים לשנייה. בנוסף הוא כולל מנגנון תיקון שגיאות המגן על תעבורה אמינה של המידע הזורם בקו הטלפון.

מדע טכנולוגיה וחברה

פרופ' אפרים קציר

מחשבות מספר שבהן מהרהר המחבר על מדע וטכנולוגיה, על ציביליזציה ותרבות, על חינוך טכנולוגי ועיוני.

כיום, המדע והטכנולוגיה הפכו לחלק מן התרבות האנושית. אין הם שוב תחומי דיסצפלינות מיוחדות, אלא הם חדרו לכל שטחי החיים שלנו, והפכו לחלק אינטגרלי מכל התרבות האנושית.

חזרתי ועיינתי באנציקלופדיה בריטניקה, לבחון מה כתוב שם, מה פירוש תרבות ומה ציביליזציה. למעשה בין ציביליזציה ו־culture אין הבחנה – לפחות בעיני האנציקלופדיה. יש המדגישים יותר את הערכים הרוחניים, בציביליזציה יותר את ההישגים החומריים. כך כותבת האנציקלופדיה. כל חמישים הכרכים של האנציקלופדיה מתארים את ההישגים של הציביליזציה האנושית. אבל הרהרתי בכך שלמעשה התהליך של יצירת תרבות אנושית, הוא תהליך מתמשך מהיום שהופיע אדם, או בעל חי דומה לאדם זה כמיליון שנה. במשך השנים הללו, הולכת ונבנית התרבות הזאת, ההישגים שמוכרים לכולנו, החל מאש וכלי צור ואחר־כך כלי מתכת ואחר־כך כל ההישגים החשובים שבאו אחריהם. אנחנו מכירים את זאת מההתפתחות של עמים פרימיטיביים, מן התגליות הארכיאולוגיות.

אבל כבר מלכתחילה, היה נתון האדם בשתי מסגרות. ביצרים שהם יצרים של יצור חי, ודרווין כותב מהם יצרים,



אלה הם כל התשוקות שאינן מכוונות ע"י המוח, ע"י השכל האנושי. אבל נוסף ליצרים האלה, שהם טבועים - כך יאמר הביולוג המודרני - בתוך הגינום, בתוך המורשת הגנטית שקיבלנו מכל עולם החי, ואנחנו מהורינו ומהורי הורינו ומדור לדור, נוסף לכך לנו יש האפשרות להוסיף על כל המערכת הזו, מערכת היצרים, לנו יש אפשרות להוסיף על כך ידע שאנחנו רוכשים מנסיון חיים, מהבנה, מכשלון ומהישג, ואת אלה אנחנו מעבירים מדור לדור.
אבל אני רוצה להדגיש, התרבות האנושית, בעיקרו של דבר, אותה התרבות שהיא נקנית ע"י האדם בחייו, שהיא רכושו של אותו השכל האנושי, זהו רכוש שהולך ומתפתח במשך השנים ובמשך המאה מאתיים השנים האחרונות בקצב מרשים ביותר.
אנחנו יכולים על כן לומר, שיש תכונות שאין אנו שולטים עליהן. תכונות גנטיות, למשל, אינן בתחום שליטתנו. אבל אם אני רוצה ליצור בית, אם אני רוצה ליצור מכשיר, אם בימינו אני מפתח מחשב או תוכנה למחשב, זה עניין של השכל האנושי. לכן טענו כבר בסוף המאה הקודמת, שכל אדם בנוי משני חלקים נכבדים. חלק שאין לו כל שליטה עליו, וחלק אחר שהוא החלק התרבותי הנקנה ומועבר מדור לדור. השכל האנושי, כך טענו כבר מלפני עשרות שנים, בשכל האנושי אולי לפני אלפי שנה, מצוי המצפון האנושי. מצויה הדרך והאפשרות לחשוב, להרגיש. כל מערכת ההגיון שלנו. אני רוצה להדגיש במיוחד את שלב ההתפתחות, משום שאפילו פילוסוף כמו דקרט בשעתו, חשב שהמוח האנושי הוא בעיקרו של דבר השכל האנושי. הוא נקנה מקדמת דנא, מיום שנוצר האדם, ותפקידו של האדם רק לנצל את מה שיש לו. לא כן הדבר. גם השכל, גם ההבנה, גם התפיסה של העולם שאנחנו חיים בו, הולכים ומתפתחים משנה לשנה ומתקופה לתקופה.
אני אוהב את ההדגמה שציינתי, והיא חוזרת ונשנית בספרים רבים של ביולוגיה מודרנית. יש גינום תורשתי, ויש גינום או תכונות תורשתיות, שאנחנו מעבירים מדור לדור, ואמר מישהו, שהתכונות התורשתיות הכלליות, עוברות את התהליך ההתפתחותי הדרוויניסטי. יש לנו שינויים, יש סלקציה, ובדרך כלל הם מתפתחים ומשתנים לאט מאד מאד. עדיין האדם של היום דומה לאדם שחי לפני חמישים אלף שנה. אבל לא כן התפיסה שלנו והידע שלנו. הגינום, התכונות התורשתיות של יצורים, של בעלי חיים, הן מאד שמרניות. יש קצת מוטציה, שינויים, ויש סלקציה לפי דרווין. לעומת זאת, אין הסתגלות, כך חושבים הביולוגים, היום לתנאים החיצוניים. אבל כל תורה, שאנחנו מקנים מדור לדור, מסתגלת לתנאים והיא מועברת ע"י חינוך, ואני מכנה זאת הגינום המלאכותי. אלה הן התכונות שאנחנו מעבירים והן, בדרך השכל, בדרך המוח האנושי, יכולות להשתנות מאוד מאד.
בגינום המלאכותי הזה, אנחנו מוצאים את האמונה והדת, את המוסר, את האמנות וההגיון, ואת אלה אנחנו מעבירים מדור לדור, ע"י מערכת חינוכית. אין לנו דרך אחרת. ילד קטן שנולד, נולד עם תכונות של אבא ואמא, טובות או לא טובות, אבל אין הוא נולד עם שום ידע, שרכשו ההורים שלו מפני שהם הפכו לבעלי מקצוע טובים. זאת אין הוא יודע. הקומוניסטים סברו לפנים, שהסביבה משפיעה השפעה חזקה כל-כך, שהדור הבא רוכש מן התכונות שרכש הדור הקודם.
אבל אנחנו יודעים שאין זה נכון. ובלי הוראה של ממש, ובלי העברת אינפורמציה, אין מקבלים את אותו הידע של הגינום התורשתי הזה.
בשנים האחרונות מחשיבים יותר ויותר את המוח האנושי, מכיוון שדרך המוח אנחנו מעבירים את כל הידע ואת כל האינפורמציות שאנחנו רוכשים. וכפי שידוע לכם, בכל מוסד אקדמי רציני והגון עוסקים בחקר המוח האנושי.

אין ברירה, אלא ללמד הרבה מתמטיקה. כשם שמלמדים אנגלית, צריך ללמד מתמטיקה. כשם שמלמדים שפה זרה, צריך ללמד את שפת המחשב ואת השימוש במחשב, והשימוש במחשב הוא רב כל כך, והוא מכשיר רב עוצמה, שיש להחדיר אותו, עוד מהגן.

אבל אני רוצה להדגיש רק אספקט אחד של פעולת המוח: הזכרון. והופיע לא מזמן ספר מרשים של פרופ' אקון. על-פי פרופ' אקון כולנו חושבים, שזכרון פירושו לזכור את מספר הטלפון, את השם של הידיד שלך, את מה שלמדת. אבל בעצם ללא זכרון אין תפיסת חיים מובנת, כי כל דבר אנחנו משווים לדבר אחר. אדם רואה חיה כלשהי ונבהל. מדוע הוא נבהל? מכיוון שהוא זוכר שחתול נשך אותו, ומשלב את מה שהוא זוכר עם מה שהוא רואה עכשיו.
כותב אותו הסופר שעוסק בזכרון: זכרון יכול להיות דבר נחמד, אם אתה זוכר דברים ואתה מספק את הציפיות לפי הזכרון. הזכרון יכול להיות מועיל באופן יוצא מן הכלל לעם, ויכול לגרום לצרות צרורות. הזכרון, בין אם זכרון שאנחנו זוכרים, ובין אם זכרון בתוך מחשב, צובר את כל הצטברות הידע של המערכת הזאת שהולכת ומתפתחת.
את כל הנכסים התרבותיים האלה, שהם מחוץ ליצרים ומחוץ לתכונות התורשתיות, צריך להקנות ולהעביר מדור לדור.

ומלים מספר על מדע. אין ספק שהמדע והטכנולוגיה שהולכים ומתפתחים זה 100-200 שנה, נמנים על ההישגים החשובים ביותר של התרבות האנושית. אבל מה שמציין את התקופה הזאת, בין השאר, שבמשך הדורות האחרונים אנחנו לא רק נהנים מהמצאה זו או אחרת, או מתפיסת עולם זו או אחרת - יש לנו מאמץ מכוון ליצור את התנאים כדי לגלות יותר וכדי להשתמש בתגליות הללו. יש לנו מערכות המכוונות את המדע ואת הטכנולוגיה ואת הפיתוח שלהן.

אין חולקים על כך שהמדע והטכנולוגיה חשובים מאד. לנו הדברים מובנים, מדע וטכנולוגיה חשובים לבטחון ולתעשיה ולחקלאות וגם לבריאות ולתקשורת ולאיכות הסביבה. הם חשובים לפועל המקצועי, למורה ולאיש הצבא, למוסיקאי ולאיש העסקים ולפוליטיקאי ולמנהל. אלה הם כלים רבי עוצמה. אבל לומר מלים מספר על ההבדל בין המדע ובין הטכנולוגיה. נכון שתפקידו העיקרי של המדע להבין את תופעות הטבע, ולהבין את עצמנו, אני חושב שהניסויים שנערכים מטרתם לשפר את ההבנה שלנו. זה תפקידו האמיתי של המדע הבסיסי.

שיטתו של המדען היא התצפית. הוא מתבונן במה שיש, מעמיד הכללה, אחר-כך משפט. הכול מכירים את המשפטים של ניוטון וקפלר, ושפע של משפטים אחרים. אחר-כך היפותיזה מדוע זה קורה, ואחר-כך ניסוי לבחון האם ההיפותיזה נכונה.

כאמור, תפקידו הבסיסי של המדע הוא להבין, לכן אמרו אנשי החינוך באורט, שהמדע הבסיסי יש בו יסוד אנליטי חזק מאד. **הטכנולוגיה מתפקידה לענות על צורך, לדעתי צורך אנושי, שהיא מנצלת את הידע של המדע, אבל היא מנסה לפתור בעיה, וכתוצאה מכך היא יוצרת לפעמים גם סביבה חדשה.** כמו, למשל, הסביבה החדשה שיצרה התעשיה הכימית הכבדה שלנו ברמת חובב - סביבה של זבל, שאי אפשר לדרוך שם. גם זו טכנולוגיה. טכנולוגיה כמובן גם עושה הרבה דברים חיוביים, לא רק דברים שליליים.

גם השכל, גם ההבנה, גם התפיסה של העולם שאנחנו חיים בו, הולכים ומתפתחים משנה לשנה ומתקופה לתקופה.

נראה לי שבימינו לא ייתכן ללמוד מדע ולחנך למדע בלי לחנך לפחות ליסודות של טכנולוגיה. ולא ייתכן ללמד היום טכנולוגיה ללא יסודות של מדע. אני סבור שלא ייתכן שתלמיד בימינו, בכל בי"ס, גם בביה"ס הכללי התיכון, לא יבין לשם מה לומדים כימיה, או לשם מה לומדים פיסיקה, אם רוצים לבחון את החיים סביב. בכימיה אפשר לייצר חומרים חשובים ביותר, תרופות וחומרים פלסטיים ומתכות, בפיזיקה אפשר לעסוק באלקטרוניקה ובקומוניקציה. התלמיד צריך לדעת מה זה ייצור. הוא צריך לדעת מה זו איכות של מוצר. הוא צריך להבין מה זה שיווק. כל אלה אין מלמדים במדע בסיסי. לעומת זאת, מי שעוסק בתחום מסוים בטכנולוגיה, בסופו של דבר, אם הוא רוצה להבין באופן עמוק תופעות, צריך ללכת לעקרונות מדעיים בסיסיים.

לכן אני מאד הייתי נזהר מלומר שהגיעה העת שנסתפק בחינוך ובהקניית ידע מדעי בסיסי. משום שהטכנולוגיות משתנות כל כך מהר, מה נלמד? היום נלמד את המכשיר



הזה רדיו, ובעוד שנתיים יש רדיו אחר. אז למה ללמד את המכשיר הזה של רדיו? נלמד אפוא את העקרונות של גלים אלקטרומגנטיים. הכול נכון. אבל אני סבור שאפשר להגיע לתפיסת עולם אלקטרומגנטית מזה שמשחקים עם רדיו ואפשר להגיע לרדיו מזה שעוסקים בתיאוריה של מאקסוול ושל פארדיי. אם כן, אני סבור שאלה הם תחומים משלימים זה את זה. ואין לבטל אחד בפני האחר.

ברור שיש לנו היום מכשירים רבי עוצמה, ואני מצטרף בכל לב שאין ברירה, אלא ללמד הרבה מתמטיקה. כשם שמלמדים אנגלית, צריך ללמד מתמטיקה. כשם שמלמדים שפה זרה, צריך ללמד את שפת המחשב ואת השימוש במחשב, והשימוש במחשב הוא רב כל כך, והוא מכשיר רב עוצמה, שיש להחדיר אותו, עוד מהגן. כך שבגן עדיין את לוח הכפל וחיבור אין יודעים, אבל על אילו כפתורים ללחוץ הם כבר ידעו מצוין. אבל זה חלק מן התרבות האנושית, וזה השלב הנוסף שאנחנו חיים בו.

אני סבור, וזה קרוב לליבי, שכדאי לנסות ולעודד פעולות של נוער שוחר מדע. היתה לי הזכות להדריך קבוצות ראשונות של נוער שוחר מדע. זו הדרך לקרב נערים להבנה מה זה מדע וטכנולוגיה, וע"י זה אפשר לחדור לחוגים רבים ושונים, וטוב לראות במכון ויצמן, עוד עמוס דה־שליט ז"ל התחיל בכך במרץ, קבוצות של תלמידים הבאים למכון ויצמן להיות עם מדענים. היום יש כפר שלם שבנו במכון ויצמן לצעירים הללו הבאים לתקופה קצרה או ארוכה. וטוב לראות שבין התלמידים האלה יש כבר היום חוקרים מוכשרים.

ובאשר לחינוך מקצועי וטכנולוגי – אני מודה ומתוודה שאני אוהד מושבע של בתי־הספר הטכנולוגיים של אורט. ביקרתי בהרבה בתי"ס. הם מרשימים ביותר. זו הדרך לקלוט עולים מרמות שונות. זו הדרך להעלות ילדים שלא זכו לגדול בבית של מהנדס ומהנדסת ואפילו לא של עורך דין ועורכת דין, כי אם בבית שהתנאים בו קשים, בבית של עולים מארצות שונות. לקלוט בשלבים שונים ולראות שכאן באים לידי ביטוי כל הדרגות של קליטה. החל ממי שמקבלים תעודת בגרות ועד מי שמקבלים רק תעודה של איש מקצוע, ועד מי שמקבלים תעודת טכנאי. זו דרך יוצאת מן הכלל. ודאי שבמידת האפשר יש להכניס לשם יותר מחשבה אבסטרקטית מדעית, אבל יש לעשות זאת בחכמה ובתבונה.

המספרים שאנשי אורט מגישים הם באמת מרשימים: בין התלמידים המצטיינים בטכניון, אחוז בוגרי בתיה"ס המקצועיים גבוה במידה ניכרת. ועל־פי מחקר שנערך לפני חמש או עשר שנים, שיעור התלמידים בטכניון שסיימו את בתיה"ס המקצועיים הגבוהים של אורט היה בסה"כ 4%, אבל בין המצטיינים זה היה אחוז גבוה ביותר. כך שחינוך מקצועי יחד עם חינוך אבסטרקטי, למי שנמשך לכך, לדעתי, הוא החינוך הטוב ביותר שאפשר לתת.

אני מבקש אפוא לציין אולי לטובה את אותו הכיוון ללכת מבתי"ס ברמה נמוכה מקצועית עד בתי"ס ברמה מקצועית גבוהה. והצורך, והוא צורך נכון, להכיר בחינוך הטכני, כשם שמכירים בחינוך האבסטרקטי המדעי, זו תרומה חשובה בלתי רגילה. ומבחינה זו טוב לראות שיש מסמ"ת ויש מסמ"ר ויש מסמ"ם – יש חינוך שמוליך לתעודת בגרות, ויש חינוך שמוליך לתעודה רגילה, ויש חינוך לטכנאי, ועם זה יש מקומות כמו בירושלים, כמו בכרמיאל, שבעצם רוצים להגיע לתואר הראשון של מהנדס מעשי. זו הדרך להתקרב.

ולסיום, נראה לי שהגיעה השעה להבין שצריך מערכת חינוך פתוחה לחלוטין. שתלמיד או תלמידה טובים יוכלו לעבור מתחום אחד לתחום אחר, אם יש להם הכישורים. ראוי שהידע שהם ירכשו ייחשב להם כשהם פונים לטכניון או לאוניברסיטה או לכל מוסד אקדמי אחר. יש היום נטייה בארץ לצמצם את מספר האוניברסיטאות ולהגדיל את מספר המכללות. וזה הזמן אולי להגדיל את מספר המכללות של אורט, כדי שתהיה רשת שלמה, רשת פתוחה של חינוך מדעי וטכנולוגי.

אנחנו חיים בתקופה יוצאת מן הכלל בעולם כולו, בתרבות האנושית. זכינו לשני כלים בלתי רגילים בעוצמתם, שהאדם יכול לנצל אותם בחכמה ובתבונה, לטובתו, ולטובת כל חבריו, לטובת האנושות. אני מקווה שאנשי המוסר והרוח ידעו איך לכוון את כל החינוך הזה לטובה ולא לרעה.



מדע וטכנולוגיה

בראי החינוך והחברה

פרופ׳ דוד חן

על דרך השלילה מגיע המחבר להגדרת הטכנולוגיה: אין היא ארטיפקטים ואין היא מדע יישומי, אלא הטכנולוגיה בעיניו היא דרך לפתרון בעיות קיומיות של האדם הנבון.



הגדרת הטכנולוגיה היא לא עניין של מה בכך. אין הרבה עיסוק בעניין, ואני מבקש להתחיל בהגדרה מה זה לא טכנולוגיה בעיני. טכנולוגיה היא לא ארטיפקטים. בספרות, בפילוסופיה, במחקר על הטכנולוגיה, טכנולוגיה מופיעה כארטיפקטים, עצמים, חפצים, מכונות, מכשירים. בעיני, טכנולוגיה אינה ארטיפקטים.

הגדרה שנייה, באופן השלילי שאני מבקש להתייחס אליה, היא ההגדרה שטכנולוגיה היא מין מדע יישומי. רבים סבורים וכן רווחת ההגדרה שיש לנו מדע שהוא פסגת היכולת האינטלקטואלית האנושית, ובמקום כלשהו, המדע מתגלגל לתוך דברים מעשיים שהם הטכנולוגיה, או במלים אחרות, מדע יישומי. גם ההגדרה הזאת שמדע יישומי הוא בעצם הטכנולוגיה אינה נכונה לדעתי.

בעיני, טכנולוגיה היא דרך לפתרון בעיות קיומיות של האדם הנבון, של ההומו סאפיאנס. זאת ההגדרה. כלומר אנחנו מדברים על מערכת מורכבת, שהיא בחלקה קוגניטיבית ובחלקה התנהגותית ואולי גם נגמרת בארטיפקטים. אבל אין אנו מדברים על חלק, אלא על מכלול כלשהו, שנקרא פתרון בעיות קיומיות של האדם הנבון.

בשביל לנסות להבין מנין באה ההגדרה ומה היא אומרת לנו, רשמתי לי מין משפט כזה שאומר: בראשית היתה טכנולוגיה. אם אנחנו מסתכלים על ההיסטוריה של האדם הנבון, ומדובר בתקופה של למעלה משלושה מיליון שנים ויותר, אנחנו רואים שהדרך להתמודד עם הקיום היתה לפתור בעיות קיומיות, והפתרון הזה נשען על התגלית שנקראת התבונה האנושית. היה מותר האדם מן החיה, איזה חיה שלא תהיה. זה נתן לנו יתרון של הישרדות, והיתרון האמיתי היה לא הכוח הפיסי, לא איזה אורגנים ספציפים שהתפתחו במהלך האבולוציה, אלא התבונה שיושבת במוח האנושי, הגילוי של התבונה האנושית.

ואיך אנחנו יודעים שהיתה תבונה אנושית לפני 4 מיליון שנים? מפני שאנחנו יודעים שהיו פתרונות של הישרדות שהבסיס שלהם הוא בסיס של תבונה. אם אנחנו רואים את כלי הצור, כלי הנשק או כלי העבודה, הכלים

הראשונים שיצר האדם, אנחנו באותה עת יכולים לראות, שכל כלי כזה אינו ארטיפקט, אלא הוא יצוג של פתרון קיומי שנתן לאדם הנבון את היתרון על חיות יותר חזקות, או על חיות יותר מהירות, והפתרונות הראשונים, ואין הדבר מקרי, היו פתרונות שאיפשרו לנו יתרון של קיום פיסי ממש במלחמת המינים. אם אנו מבקשים לחקור את שורשיה של התבונה האנושית, אנחנו נמצא את הטכנולוגיה בתור המייצג העיקרי של התבונה האנושית. הקשר הזה לתבונה ולאדם, הוא קשר שהתחיל לפני הרבה מאות מיליוני שנים, ממשיך עד עצם היום הזה, ואי אפשר לנתח ולהבין מהי טכנולוגיה, בלי להבין מה זה אדם. הדברים קשורים ואחוזים זה בזה, וזה אולי התבחין הראשון שצריך לעשות לעומת המדע. מפני שהמדע חוקר משהו שהוא בלתי תלוי באדם. אולי לפעמים האדם הוא חלק מהמציאות הפיסית. אבל המדע חוקר את הטבע. במאמץ להיות אובייקטיבי, לא לשנות אותו, לא לפתור שום בעיות, לא להתייחס לאדם, ולהפך. כל המאמץ של המתודולוגיה המדעית ושל הקהילה המדעית הוא להיות מה שיותר אובייקטיבי, לנטרל מה שיותר את הרגשות, את החשיבה, את הקיום האנושי, כדי שאנחנו נבין את הטבע בדרך האוניברסלית, האובייקטיבית ביותר שאפשר לעשות את זה.

תכנון זה בראש ובראשונה מיומנות אינטלקטואלית, מיומנות של חשיבה.

אני חושב שהפרספקטיבה הזאת מתחילה להוביל אותנו להגדרות נוספות. המפגש שלנו עם העולם, והצורך שלנו לפתור את הבעיות הקיומיות האלה, נתקל בשלושה אלמנטים הנוגעים לחלק מן התכונות שצריך בטכנולוגיה. העולם שאנחנו נפגשים בו הוא עולם מורכב ביותר. ואנחנו צריכים להבין מה זאת המורכבות הזאת. יש שלושה חלקים בהסתכלות על העולם שצריך לפתור בו בעיות והטכנולוגיה מתפקדת בו. הדבר הראשון הוא סקאלה. האדם והקיום במקורו, הקיום שלו הוא בסקאלה מאד קטנה. אפשר לומר בטווח הידיים, מוטת הידיים זה היה טווח ההשפעה ויכולת פתרון הבעיות הביולוגי שלנו. אבל העולם שהאדם, ובוודאי האדם המודרני, מתמודד איתו הוא בסקאלות אדירות. אנחנו מדברים על משהו שהוא למעלה מארבעים סדרי גודל, שאנחנו באמצעות טכנולוגיה, ובאמצעות המדע המודרני, מתמודדים ומאבחנים אותו. אבל אין זה בתחום היכולת הטבעית שלנו להבין את הסקאלות הענקיות האלה, כי אצל מרביתנו, החושים הטבעיים שלנו, התבונה שלנו במקורה היו צריכים להתמודד עם הסקאלה של היכולת האנושית הטבעית, שהיא מאד מצומצמת. ארבעה, חמישה סדרי גודל. זה הכול, וכל מה שמעבר לזה, כבר דורש תחכום, גישור מורכב בהרבה יותר.

הדבר השני קשור בתכונה שקראתי לה מורכבות. אין למדע תורה טובה אחת שמגדירה מה זו מורכבות, למרות שתמצאו על מדפי הספרים בשנים האחרונות הרבה ספרים על מורכבות בכיוון הזה או האחר, אבל אין לנו תאוריה אחת טובה שנותנת לנו להסביר מהי מורכבות. אבל אני רוצה להיעזר בהבנה האינטואיטיבית של כולנו, מה זה דבר מורכב, ויש למורכבות כל מיני מאפיינים. אבל אנשי המדע והתחכום של האדם מתארים לנו את המורכבות של העולם, שיש לה דינמיקה המובילה ממצב של ארגון וסדר, למצב של תוהו ובוהו. והדרך שהמדע מסתכל על העולם, שונה מאד מן הגישה האינטואיטיבית וההסתכלות האינטימית דרך החשיבה הטבעית של האדם על העולם. כי אנחנו מסתכלים על העולם, בדרך כלל, בלי התחכום והתאוריה המדעית, מסתכלים על העולם העובר מאי סדר לסדר.

זה מה שהאדם מנסה גם לעשות בסביבתו: הוא מנסה להשליט סדר, הוא מנסה להשליט הגיון כלשהו, הוא מנסה לחפש חוקים כלשהם. מהילד הקטן שמגלה את העולם סביבו ועד האדם המבוגר. ויש כאן מתח כלשהו בין ההבנה המתוחכמת של המדע את העולם ובין הנטייה הטבעית שלנו לחשוב על עולם מורכב והמפגש בין אדם לתופעות מורכבות. וכאמור, רוב התופעות, בוודאי בתחום החברתי, גם במדעי הטבע, וגם בטבע מסביב לזה, אבל בוודאי ובוודאי כל התופעות בעולם החברתי הן תופעות מורכבות ביותר. ואי אפשר לטפל בכלים סטאטיים בתופעות חברתיות, במשק הכלכלי, בצד הפוליטי, בצד החברתי. אנחנו איננו חיים בעולם סטאטי, העולם הוא עולם דינמי. וגם כאן, כלי החשיבה שניתנו לנו להתמודד עם עולם דינמי מוגבלים מיסודם. ואנחנו רואים את זה גם אצל ילדים שלומדים פיסיקה, כימיה, סוציולוגיה, ביולוגיה. ברגע שאתה עובר למימד הדינמי יש קשיי חשיבה גדולים. העולם הוא לא רק בסקאלה גדולה, הוא לא רק מורכב, אלא הוא גם דינמי, וכדי לפתור בעיות כאלה, אנחנו צריכים חשיבה ויכולת מסוג מאד מיוחד.

ומכאן לעניין נוסף שראוי להזכיר בהקשר הזה, הקשור בהתפתחות השפה. אם אנחנו מסתכלים על ההתפתחות ההיסטורית של האדם, אנחנו רואים, שהתבונה האנושית המיוחדת, האינטיליגנציה האנושית, קיימת במשך מיליוני שנים. יש אולי ויכוח על רמת התחכום שהיתה לפני שלושה מיליון ולפני מיליון שנה, אבל שפה, כלומר, התבונה האנושית, הידע האנושי כפי שהוא מתבטא בשפה, הוא דבר חדש לגמרי. יש ויכוח, אם השפה האנושית היא מלפני שישים אלף שנה או מלפני שלושים אלף שנה. אבל השפה כמייצגת של האינטיליגנציה היא תופעה חדשה לגמרי. והטכנולוגיה כמייצגת את האינטיליגנציה, היא תופעה מאד היסטורית בהשוואה להתפתחות החשיבה.

לתת לזה פתרון. לכן אתה צריך לחשוב קדימה, ואחרי שחשבת קדימה, אתה צריך לחזור מן העתיד אל ההווה, ולהמציא את הפתרון. לתכנן אותו ולהמציא אותו ולעשות אותו ולבנות את הפתרון. זה עניין מאד מהותי שמבדיל בין סוג האינטיליגנציה המדעי ובין סוג האינטיליגנציה הטכנולוגית. ולכן כשאני שומע היום אנשים המדברים על טכנולוגיה כנגזרת של המדע, טכנולוגיה כמשהו שהוא פועל יוצא של העשייה המדעית, החשיבה המדעית, אני תוהה, כי כל ניתוח היסטורי וכל ניתוח פילוסופי אינו מאפשר להגיע למין מסקנות כאלה. אין זה אומר שאין יחסי גומלין עשירים ומורכבים מאד בין מדע ובין טכנולוגיה. אין זה אומר שאין יחסי טכנולוגיות שהן נגזרות של החשיבה המדעית. אבל באופן בסיסי מאד, ובאופן כללי מאד, אנחנו מדברים על שתי דיסציפלינות שונות, אנחנו מדברים על מתודולוגיות שונות ובעיקר אנחנו מדברים על כלי חשיבה או יצוג אופני חשיבה משלימים, לא סותרים, של התבונה האנושית. ואני חוזר להגדרה המקורית שלי ואומר: הטכנולוגיה היא סוג מסוים של התבונה האנושית, הנגזר מן הצרכים של האדם ומן המטרות הקיומיות של האדם, ולכן אי אפשר להפריד בין טכנולוגיה ובין בן אדם. אי אפשר, כי היא חסרת כל משמעות, ולא כך הדבר במדע.

לכן אנחנו עוסקים בשתי מהויות שהן גם אינטלקטואליות וגם מעשיות, שהן שונות זו מזו, וכמו כל שאר תחומי הידע האנושי, יש בהן אינטראקציה, יש בהן יחסי גומלין, לפעמים אפילו עשירים מאד. אבל כשאנחנו רוצים להבין מה זאת טכנולוגיה, אנחנו צריכים לטפל בה בצורה לגמרי בלתי תלויה.

וכמה הסתכלויות על היחסים שבין טכנולוגיה ובין חינוך:

לית מאן דפליג, שמדע צריך ללמוד בבי"ס. שאם לא כן, כל אחד מאיתנו צריך לחזור על כל המאמצים האינטלקטואליים של כל הדורות, כדי להמציא את המדע, ואנחנו צריכים ללמוד, כי בחיי היום־יום שלנו אין נפגשים לא בפיסיקה ולא בכימיה, ואפילו איננו נפגשים בחלק מאד שטחי של הביולוגיה. יש שם עולמות שלמים שאם לא נלמד אותם, לא נדע אותם.

בעניין טכנולוגיה עומדות בעיות לא פשוטות. קודם כל יש לקבוע את העובדה הפשוטה שבעצם רוב בתי־הספר בעולם אינם מלמדים טכנולוגיה. אין מתייחסים לטכנולוגיה.

אני סבור שגם בחינוך הטכנולוגי לא לומדים טכנולוגיה,



המדע הוא דבר צעיר לימים באופן יחסי על הסקאלות ההיסטוריות. אני מניח שהכול יודעים לכאורה, מה זאת שיטה מדעית. אבל אם אני מתייחס למאמר המפורסם של דקארט על המתודה, הנחשב לאבן הפינה של החשיבה המדעית המודרנית, בעיקרון, הרעיון של דקארט, הוא הרעיון של אנליזה. רעיון שאתה לוקח משהו מאד מורכב ומפרק אותו, כמו שהתרמודינמיקה מסתכלת על העולם, אתה מפרק אותו לדברים פשוטים מאד. ובעיקרון אתה עובר מעבר כלשהו להווה כלשהו, מבחינת התהליך של החשיבה, כשאנחנו מדברים על השיטה המדעית.

כדי לפתור בעיה קיומית, אתה צריך להסתכל קדימה. אתה צריך לחזות כמה מהלכים ולנסות לראות איך ייראה העולם הזה עם המצוקות שלו והקשיים שלו, כדי שתוכל

אם צריכים להיכנס לעומקה. ומצד אחד, אפשר להגיד, למה צריך ללמוד טכנולוגיה? לא צריכים ללמוד טכנולוגיה. אנחנו ממילא מוקפים בטכנולוגיה, אבל מוקפים מהיום הראשון שהתינוק נולד. גם לתינוק יש התמודדות עם הבקבוק, וזו טכנולוגיה, והוא לומד מהר מאד להשתמש בו. ואין צריך לומר שאנשים מאד צעירים בלי בית־ספר ובלי הרבה למידה, מכוחות עצמם, ברגע שמזמנים להם את האפשרויות, משתלטים על המחשב ועל המכונית.

אני חוזר ומעלה את השאלה שמעסיקה אותי, ומן הסתם מעסיקה רבים:

למה צריך ללמוד טכנולוגיה? לכל היותר צריך ללמוד להשתמש בטכנולוגיה. זה אחד הדברים, אחת האידיאולוגיות שמנחה כל מיני תוכניות ללימוד טכנולוגיה.

אני מבקש להצביע על כיוון אחר שאני סבור שהוא דורש למידה, ולכן הוא דורש מאמץ פורמלי ללמד טכנולוגיה.

יש סיסמה אמריקאית בתחום של החינוך לסביבה הגורסת, שהרעיון הוא איך אתה תתמודד עם בעיה טכנולוגית כלשהי, תחשוב על המכלול, תחשוב על הסקאלה הרחבה, תחשוב על העולם המורכב והגדול, ואחר־כך תפעל במקום; **מכשיר, שיטה, אמצעי**, כי זה מה שאתה יכול לעשות. אבל קודם כל יש גישור, צריך להיות גישור של מחשבה בין המקרו לבין המיקרו. ובתחום הזה יש לנו אחת הבעיות הגדולות ביותר. גם בחינוך מדעי וגם בחינוך טכנולוגי, מפני שרוב בני האדם אינם יודעים ואינם פועלים לקשר בין המיקרו למקרו. רואים בהם שני דברים לחוד. ואלו הם פני הדברים בפוליטיקה, בהנדסה, בחיים האזרחיים, ובחיים האישיים. זה קושי גדול מאד. ויש אפילו האומרים שמרביתנו ניחנו בצורת חשיבה אנטי־אינטואיטיבית. כלומר, כל פעם שיש לחשוב חשיבה מערכתית, אנחנו עושים שגיאות, וכל השגיאות האפשריות.

אנחנו צריכים אפוא לגשר בין חשיבה אנליטית לבין חשיבה סינתטית ופעולה סינתטית. כלומר לפעול בעולם בדרך שבה אתה מפרק אותו למרכיביו הפשוטים מצד אחד, אבל אתה גם יודע לבנות אותו, גם ברמת ההפשטה וגם באמצעות העולם הפיסי. היחסים האלה הם יחסים קשים ומורכבים, ולהערכתי, יש ללמוד אותם. אם אכן אנחנו יודעים את הפתרונות הטובים. גם זה עוד לא כל כך ברור, אבל פה יש תחום אחד שהחינוך הטכנולוגי צריך ליישם אותו, ולהערכתי זו מטרה מאד מרכזית, והיא לא ברורה, לא מובנת מאליה, ואין היא נובעת מטבע הטכנולוגיה. זה דבר אחר.

ובעניין מה שקרוי התנהגויות טכנולוגיות. כאמור, אם ארטיפקטים זה לא הדבר החשוב, וזה המקרה הפרטי וזה אין־סופי ואין זה חכם ללמוד את זה, אז מה כן? אומר אפוא כמה מלים על התנהגויות שבעיני הן מיוחדות ואופייניות לטכנולוגיה. אחת זה מה שאני קורא היחסים עם העתיד. כבר אמרתי, קודם כל אנחנו מדברים על בן אדם, ושנית, אנחנו מדברים על היחסים שבין האדם לבין העתיד שלו. ואנחנו מדברים על פתרונות שאם הם ישנם הם פתרונות בעלי אופי טכנולוגי – ליחסים המיוחדים האלה בטכנולוגיה קוראים תכנון. כי מה זה תכנון? אתה מגדיר את המטרות? או את הבעיות? ואתה אחר־כך מתכנן שורה שלמה של צעדים כדי לפתור את הבעיה. לזה אנחנו קוראים תכנון, וזה אופייני לטכנולוגיה. ותכנון זה בראש ובראשונה מיומנות אינטלקטואלית, מיומנות קוגניטיבית, מיומנות של חשיבה.

הטכנולוגיה כמייצגת את האינטליגנציה, היא תופעה מאד היסטורית בהשוואה להתפתחות החשיבה.

התנהגויות טכנולוגיות, ועליהן כמעט לא תמצאו מחקר, הן העניין של היכולת לעשות, העשייה, ההוצאה מן הכוח אל הפועל, מפני שטכנולוגיה אינה רק פתרונות או התערבות בעולם ברמה התאורטית, אלא התערבות אמיתית שבאה להביא שינוי בעולם. לא הגורל שולט בך, אתה שולט בגורל. עד כמה שאפשר. וזה בא רק אם אני חושב נכון על המערכת מסביבי, אם אני מתכנן נכון את הפתרונות, ואחר־כך אני מוציא את הפתרון מן הכוח אל הפועל. והעניין הזה של עשייה, כאמור, אנחנו לא מדברים על דבר כזה בדיוק, אנחנו לא מלמדים את זה, אנחנו לא מחנכים לקראת זה, ואף על פי כן אני רואה תרבויות. אני יכול לראות תרבויות שבהן היכולת לעשות את זה כחלק מהתרבות, ותרבויות שהיכולת לעשות את זה אינה חלק מהתרבות. איני עושה את הניתוח הסוציולוגי או האנתרופולוגי איפה זה קורה, אבל תסתכלו סביבכם ותראו בדיוק את היחידים, את הקבוצות, ואת התרבויות שבהן זה כך. יש אבחנה, ולכן זו יכולת מאד חשובה ולפי מיטב הערכתי, איני יכול להביא הוכחות מחקריות, אבל אני סבור שאנחנו יכולים לזהות את הבעיה, שהיכולת לבצע, ליישם, לעשות – היא חלק מהיכולת הטכנולוגית הכללית.

טכנולוגיה היא אפוא אחד הפנים החשובים של האינטיליגנציה או התבונה האנושית, ולכן טכנולוגיה היא בראש ובראשונה משהו אבסטרקטי, משהו פורמלי, קשור ביכולת החשיבה האנושית. הטכנולוגיה, שהיא היכולת הזאת, היא דבר בלתי נפרד מן ההוויה האנושית, מן האדם ומן החברה, מפני שהיא באה מן האדם, היא באה לפתור צרכים של האדם ולכן אי אפשר לטפל בטכנולוגיה בלי האדם. רק דיון וליבון והסתכלות שלמה ואחידה שמחברת את שני הדברים שלכאורה אינם מתחברים, רק הסתכלות כזאת תביא להבנה נכונה מה זאת הטכנולוגיה.

יחסי הגומלין שבין טכנולוגיה תרבות וחינוך

פרופ' נורית גוברין

אפתח בדברים שאמר גרשום שלום במכון ויצמן ברחובות, עם הפעלת המחשב הראשון במכון שנקרא "גולם", ונדמה שבעצם השם מקופלת המהות וטמונות הסכנות והאפשרויות. הדברים נכללו בספרו "דברים בגו", ושם הכותרת שהוא נתן, "הגולם מפראג והגולם מרחובות", וכותרת המשנה: "מן השם המפורש אל השיטה הבינרית". "הדברים נתפרסמו בג'רוזלם פוסט ב-18.6.95. "גולם" - הוא כותב - "הוא בריה בדמות אנוש, הנוצרת בכוחו המגי של אדם. גרשום שלום מבקש להראות, תוך סילוק האבזרים התיאולוגיים את - "הקו הישר המחבר את שתי ההתפתחויות", זו של רעיון הגולם שהיה נטוע עמוק במחשבת המקובלים של ימי הביניים, וזו של המהנדס האלקטרוני והמתמטיקאי השימושי.

היקום לפי המקובלים בנוי ממספרים ואותיות, "יצירת הגולם היא אפוא, במידת מה, אישוש וקיום של הכוח הפורה והיוצר הטמון באדם. הוא חוזר על מעשה הבריאה, אם כי בקנה מידה זעיר. גם אצל המקובלים וגם בעולם החדש, **האנרגיה** היא שמפעילה את הגולם. אצל המקובלים האנרגיה של



הדיבור, ובגולם החדש האנרגיה האלקטרונית. כידוע, יש בגולם גם צד אימתני, המובנה בו ושעמו נברא. כל עוד הגולם, משרתם הטכני של צורכי האדם, יש בו ברכה. משעה שיוצרו אינו מצליח לשלוט בו, והגולם קם על יוצרו, שולט בו או לפחות אינו סר למרותו, יש בו סכנה, והעולם עלול לחזור לתוהו ובוהו."

בסיום דבריו אומר גרשום שלום, "ואומר לגולם וליוצרו: לכו בכוחם זה" – לגולם של מכון ויצמן, כמובן – "והתפתחו בדרכי שלום, ואל נא תחזירו את העולם לתוהו ובוהו". עד כאן דבריו.

אני רוצה לטעון שתי טענות מנוגדות לפחות מן הבחינה הלוגית. טענה אחת תהיה טענת הערך המוחלט, והטענה השנייה תהיה טענת התועלת והתכלית. אם נעמיד זה מול זה את צמד המושגים טכנולוגיה ותרבות, הרי ההבדל ביניהם יהיה, שוב בקיצור ובשטחיות ומתוך ידיעה שהנושא הזה הוא אחד הנושאים העתיקים והוותיקים ביותר בתולדות החברה האנושית, שימיו כימיה, שעסקו בו גדולי עולם וכמעט אי אפשר לחדש בו דבר.

אם כן, אם נעמיד זה מול זה את צמד המושגים **טכנולוגיה ותרבות**, הרי ההבדל ביניהם יהיה שהטכנולוגיה היא אמצעי להעשיר את האדם חומרית, ולספק אמצעים לרווחתו ותנאים להתפתחותו הרוחנית ולאושרו. ואילו התרבות היא "ערך" בפני עצמו, תכלית לעצמה, והיא לא נועדה לשרת מטרה אחרת, כיוון שהיא המטרה. התרבות עושה את האדם ליותר עשיר ברוחו ואת חייו יותר מלאים וטובים. זהו נכס הממלא את חייו יותר ממי שאין לו נכס זה.

כיוון שהנחת היסוד היא שהטכנולוגיה נועדה לשרת את האדם, והתרבות היא ערך בפני עצמו, אם זאת הנחת היסוד, או לפחות נחשוב על זה לרגע גם בצורה הזאת של האפשרות, הרי אין לשאול את השאלה התכליתית, לשם מה יש צורך בתרבות. לשם מה יש צורך בהשכלה כללית הומניסטית, כיוון שדבר שיש לו ערך עצמי, אינו בא לשרת מטרה מחוצה לו, והתשובה בסופו של דבר היא **ככה**. כי זה בסופו של דבר התשובה המדעית במרכאות ובלעדיהן, על כל מושג שיש לו ערך עצמי ואין נימוקים של כדאיות, תכליתיות וכדומה. זו הערה אחת.

נדמה לי שלפחות יש מחלוקת בשאלה, אם יש או אין תלות מבחינה פסיכולוגית ומבחינה פילוסופית ועניינית בין טכנולוגיה לבין ההשכלה הכללית. הייתי רוצה להגיד דברים אחרים ברוח הדברים שלך, ד"ר אורן*. אבל הרבה פחות בטוחה בהם. אני חושבת שלפחות הדעות חלוקות, יכולים להיות מדענים טובים, שאין להם שום עניין בדבר מחוץ למעבדה שלהם, והם אינם זקוקים לא לספר, לא לתיאטרון ולא למוסיקה. נדמה לי שהמציאות בשטח מעידה שיש מדענים כאלה, שהם יכולים להיות גם מדענים מובילים במקצועם. ועד כמה שידוע לי, לא הוכח בעליל, שמדען שיש לו השכלה הומניסטית כזאת או אחרת, הוא מדען טוב יותר, למרות שמאד הייתי רוצה להגיד את הדברים ההפוכים.

אין ספק כי בלעדי חינוך זה לערכים הומניסטיים כלליים ויהודיים, הסכנה לגידול דור של טכנוקרטים במובן הרע של המלה, תלושים ומנוכרים, גדולה הרבה יותר.

כלומר קשה לחזק את הטיעון בדבר התכליתיות והנחיצות של ההשכלה הכללית. לכן המסקנה המעשית מהנחת יסוד זאת היא, שיש צורך במתן השכלה כללית הומניסטית לכל אדם, כמטרה בפני עצמה, ללא צורך בהנמקות תכליתיות ובהסברים תועלתניים. אבל, כשהמדובר בהשכלה כללית, היה צריך להיות מובן מאליו, שהמדובר גם, כשווה ערך, בתרבות-לאומית. כיוון שגם התרבות הלאומית שלנו היא ערך בפני עצמו.

וכאן אני עוברת לטענה שסותרת את הדברים הקודמים שלי. כלומר, שזה ערך ולא צריך לנמק, ואני מנסה לתקוף את הבעיה גם מהצד של התועלת, של התכלית, של איזה מטרות אפשר להשיג. בעצם המטרות הן **בדיעבד**. הן באות, אני מקווה, לאחר דברים ולא מלכתחילה. אם כן, עוד שלוש הערות. כל עם מתייחד בתרבות הלאומית שלו ולאו דווקא בטכנולוגיה שלו. כי הטכנולוגיה היא כלל אנושית ואין לה לאומיות. לכן אני תמיד מתקוממת, כשמדברים על יחסי גומלין בין השכלה כללית מדע וטכנולוגיה במערכת החינוך, ואין מזכירים כלל את המרכיב ההכרחי הנוסף, התרבות הלאומית, וכאן אני איכשהו נפגשת עמך הרב ד"ר זיני,** אם כי בניסוחים אחרים.

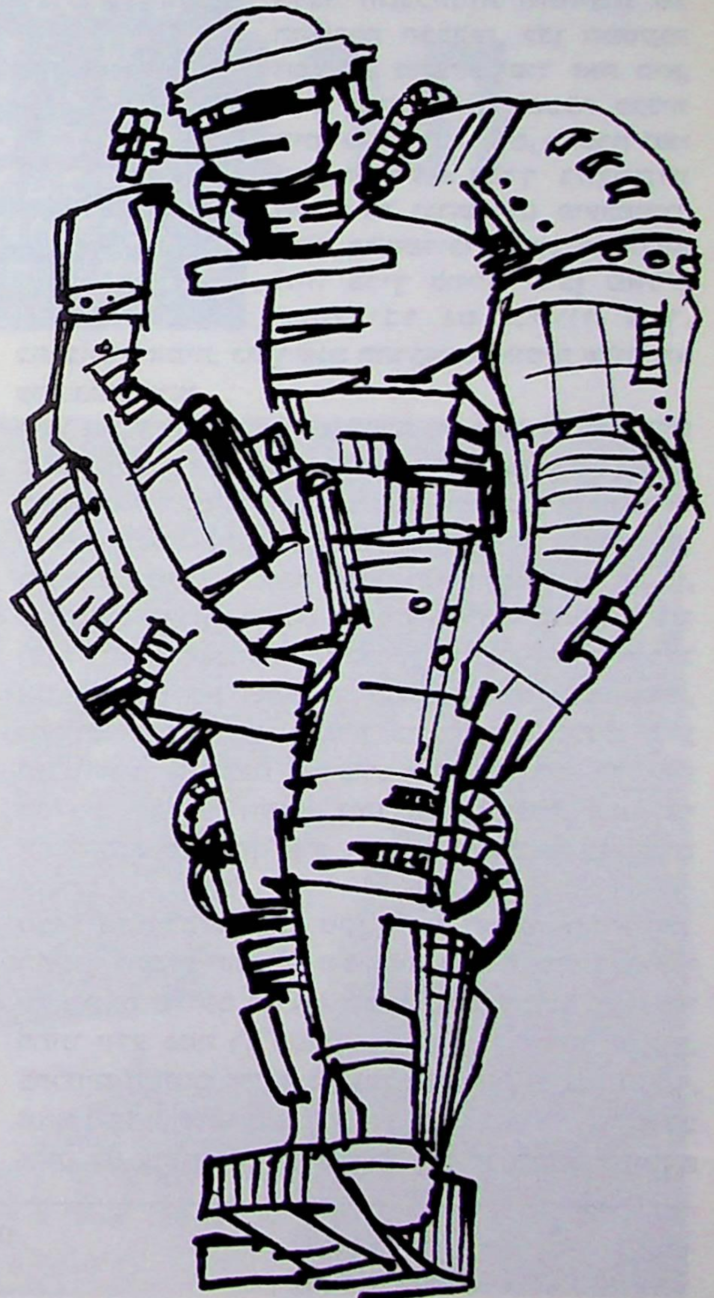
מכאן מתחילה הטענה שלי, והיא הטענה התכליתית. החינוך להכרת התרבות הלאומית הוא הבסיס המשותף של הזהות של עם ישראל. מעבר למפריד הרב מאד, ומי כמונו יודע כמה רב מפריד בין מרכיבי הזהות השונים, בחלקים השונים של העם. אבל בכל זאת יש גם משותף, שאני מקווה, שאני מאמינה, אין לי דרך אחרת, שהוא רב וחזק לא פחות. החינוך להכרת הזהות שיביא להרגשת

---

* ראו חוברת השתלמות מושינסקי, חנוכה תשנ"ד, עמ' 37 ואילך.

** ראו שם, עמ' 34 ואילך.

השתייכות ושותפות של היחיד עם עמו הוא תנאי הכרחי בצד הקניית ההשכלה הכללית. וגם במקרה זה, לצערי, אי אפשר לתת נוסחה ולומר: אם אקנה לצעיר או לצעירה ערכים הומניסטיים, יחד עם ערכים יהודיים ולאומיים, הם יהיו אנשים טובים יותר ומוסריים יותר, ואזרחים בעלי קשר חזק והדוק יותר לעם ולארץ. רחובות סאן פרנציסקו ולוס אנג'לס מלאים אנשים שקיבלו חינוך טוב מאד, יהודי מאד, ישראלי מאד, והם שם. לצערנו, אין נוסחאות פלאים מסוג זה בתחום החינוך בכלל. אבל אין ספק כי **בלעדי** חינוך זה לערכים הומניסטיים כלליים ויהודיים, הסכנה לגידול דור של טכנוקרטים במובן הרע של המלה, תלושים ומנוכרים, גדולה הרבה יותר.



כלומר, אמנם אין אפשרות להבטיח תוצאות בטוחות בחינוך, אבל זהו הדבר היחיד שהחברה יכולה לעשות על מנת להבטיח לעצמה שעשתה הכול כדי לגדל בני אדם, שהם גם בעלי הכרה לאומית והרגשת זהות והשתייכות. זה אותו ניסוח שאומרים על הדמוקרטיה. הדמוקרטיה היא שיטה לא טובה, אבל אנחנו לא מכירים שום שיטה אחרת. ואותו הכלל נכון גם בחינוך.

לכן אם אני חוזרת לדברים שפתחתי בהם. גם החינוך לתרבות לאומית הוא בעל ערך עצמי. נכס שאין לקשור אותו למטרות תועלתיות שמחוצה לו, שהייתי מאד רוצה להשיג אותן: אזרח טוב יותר, יהודי וישראלי טוב יותר, מניעת ירידה וכו'. אם מטרות אלה מושגות, הרי אלה הן תוצאות לוואי, אבל אין בהן כל בטחון, אין מתכונים בדוקים ואף־על־פי־כן אין אנו בני חורין להיפטר מהן. אנחנו חייבים למלא את תפקידנו. המסקנה היא שבד בבד עם החינוך להשכלה כללית, יש לחנך להכרת התרבות הלאומית היהודית והישראלית. זה וזה הם נכסים בעלי ערך עצמי, שתועלתם בתוכם. אם יושגו גם מטרות נוספות, כפי שיש לקוות ולשאוף, הרי זה משובח. אבל לא בכך ההצדקה למתן חינוך זה.

אצטט שורות אחדות: אנושיות־כלליות ויהודיות־לאומיות:

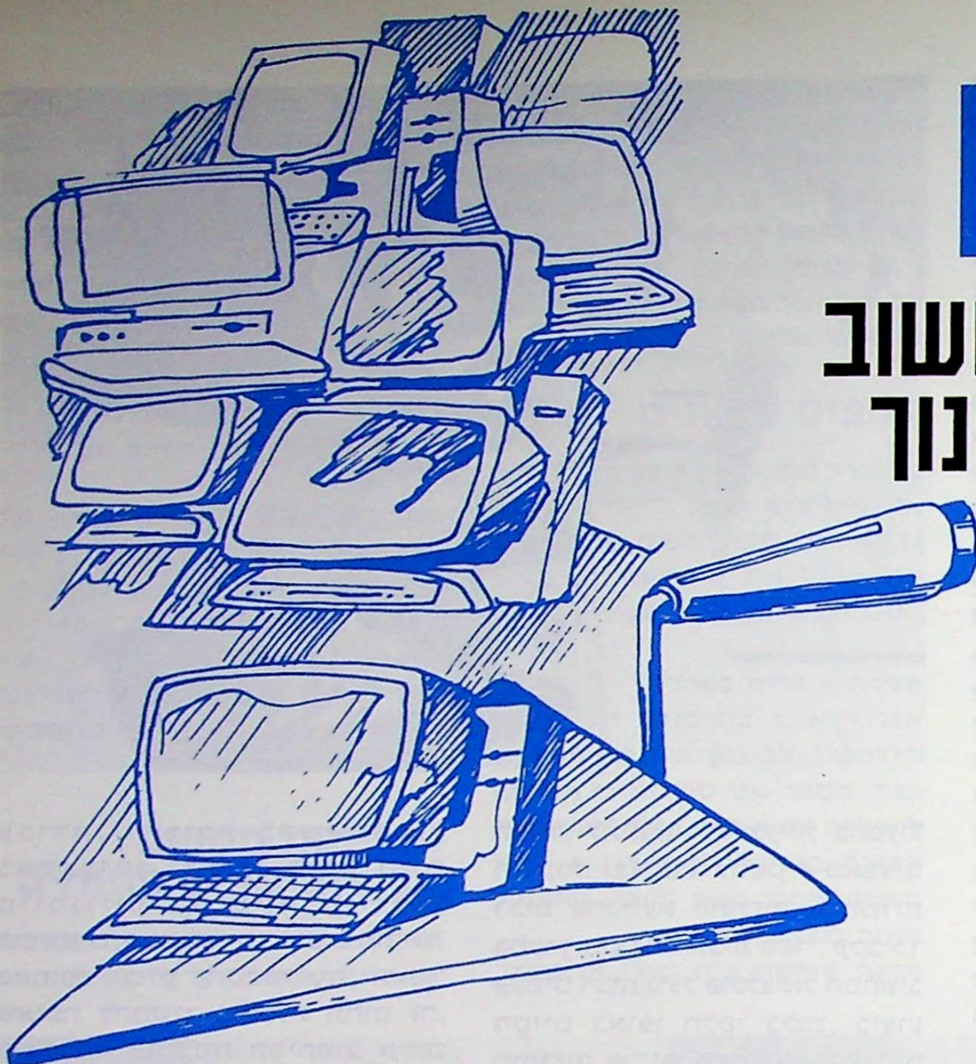
אנושיות כלליות: "אבל יש בו [בעולם] מקום לבינת – / האדם ולצווי המוסר /
ולביקוש האמת הצומחה / מגרגיר כדור־ארץ שכוח".
וכן: "צופים עולמי שחור־וכוכב, / צופים חוקי נצח זרים, / צופיות חוקות כוח וחומר / וחוקות קפאון ורעד / אל פרור כדור־ארץ אובד, / הנותן **משמעות** לדברים / ומשלב בם את נס הרצון / ועצמת הבינה והדעת".

יהודיות־לאומיות: "כל עוד תהיה משמעות / לשמות כמו עם ושבט, / לו יגאה לב העם היהודי / בזכרו כי ממנו נחצב / גם האור הגדול הלזה, / מה נפלאת, מה נפלאת המחצבה!".
(מתוך מאמרו של מנחם דורמן: "מקורותיו של 'משפט פיתגורס' ומשמעותו", 'מחברות אלתרמן', ב', תשל"ט, עמ' 333-335.

ואסיים באחד השירים שבהם שר **נתן אלתרמן** שיר הלל למדע, התוהה על פשר החידה ושואף לאמת, הוא **"שפת הסרגל"** מתוך **'חגיגת קיץ'** (תשכ"ה). הוא משווה בשיר בין שפת־המלים לשפת־הסרגל, ונותן את היתרון לשנייה: "את אשר כחדה לשון / הם אמרו בלי נשמע קולם, / כקבעם את סימן השויון / בין המחשבה והעולם" וכן: "מוחות חמושי דמיון, / בשפת הספרות הנזירה, / אמרו באומץ ובתום / את העז בשירי הכפירה, / המגיע עד סף אחרון, / שעליו הוא נהפך לתפילה".

אורט

ותוכנית מיחשוב מערכת החינוך



ד"ר גיל עמית

מאות מיליוני שקלים יוזרמו למיחשוב מערכת החינוך במשך חמש השנים הבאות. תקציב ענק זה אמור להיות המנוף לשינוי של ממש במוסדות החינוך. משרד החינוך קבע שלושה יעדים כלליים כמטרות המיחשוב:

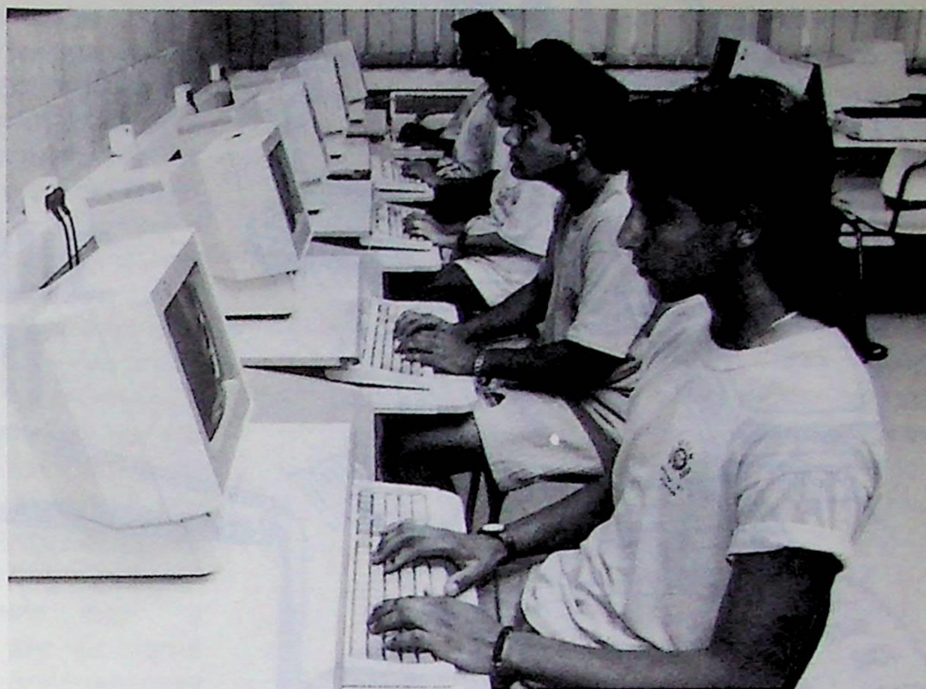
- **כניסת בית הספר לתרבות עידן המידע**
- **שיפור ההוראה והלמידה**
- **קידום מעמד המורה.**

מאופיין של המטרות אנו למדים על הציפיות הגדולות שמעוררת תוכנית המיחשוב.

מבחינת החומרה נקבעו על ידי משרד החינוך שתי דרישות מינימום שתכליתן להבטיח שתהליך המיחשוב יהיה רחב וייעשה שימוש בטכנולוגיה עדכנית. מחשב 486/DX נקבע להיות תחנת עבודה בסיסית מינימלית בבית הספר. כמו כן נקבע שכל עמדה תשמש לעשרה תלמידים. יחס זה נועד להבטיח כי לכל תלמיד יהיו שעות מחשב די הצורך.

הגדלת שעות המחשב העומדות לרשות כל תלמיד היא בהחלט צעד חשוב, אבל אין במספר השעות הזה לאפשר שילוב של המחשב בכל התחומים לכלל התלמידים. בתוכנית המיחשוב הנוכחית יש לראות אפוא פסיעה גדולה למדרגה גבוהה יותר, אבל לא עלייה למדרגה האחרונה (אם היא בנמצא בכלל) בתהליך זה.

אורט ראתה זה מכבר את החיוניות של מיחשוב בית הספר, והרשת נמצאת בתהליך מיחשוב זה מספר שנים, כאשר כיום קיימים בבתי הספר ברשת כ־5000 מחשבים המשמשים לצורכי הוראה ולמידה. השתלבות פעילה בתוכנית מהווה לכן המשך טבעי לקו הפעולה של הרשת בשנים האחרונות. בהתייחס לשלוש מטרות התוכנית שצוינו קודם לכן, אורט כרשת פדגוגית רואה מטרות אלה כתואמות למטרות הרשת: כניסת בית הספר לעידן המידע, שיפור וחידוש ההוראה והלמידה וקידום מעמד המורה, אולם מעבר לזאת לאורט, כרשת שמתמקדת בתחום המדעי טכנולוגי, עניין מיוחד בתחום המיחשוב. אנו שואפים להכשיר את תלמידינו לתפקד כאנשי מקצוע בתחומי המדע והטכנולוגיה. שליטה במחשב, השימוש בו ככלי



עבודה, היכולת להשיג מידע באמצעותו ולארגן מידע הינם מיומנויות בסיסיות שיידרשו בתחומים טכנולוגיים. כרשת מובילה בתחומי המדע והטכנולוגיה, ומתוך שאיפה להמשיך ולהנהיג תחום זה, השתלבות בתוכנית המיחשוב איננה רק אפשרות אלא צורך והזדמנות שאורט רואה לעצמה חובה לנצל. על רקע זאת החליטה הנהלת הרשת להצטרף לתוכנית כגוף הנוטל חלק אקטיבי בביצועה בכל המישורים האפשריים (שיתוארו בהמשך בפירוט), הן כגוף הממחשב בתי ספר, הן במסגרת בתי הספר המדגימים והן באמצעות הליווי האקדמי לבתי הספר המדגימים.

מימוש התוכנית

לביצוע התוכנית נבחרו שבעה זכיינים שעמדו בדרישות במכרז של משרד החינוך. בעבר בתי הספר היו רוכשים מחשבים מחברה אחת, תוכנה ולומדה מכמה חברות אחרות ומקבלים הדרכה במסגרות שונות. היעדרו של גורם אחראי אחד הקשה על בתי הספר שהיו צריכים לדאוג לתחזוקת הציוד, להתגבר על בעיות בתפעול התוכנה, ובד בבד להשקיע מאמצים רבים בהטמעת התוכנות והלומדות במערך ההוראה הבית ספרי. עקב כך פעמים רבות נוצל פוטנציאל המחשוב הקיים באופן חלקי בלבד. ביצוע התוכנית על־ידי הזכיינים (המכונים גם "אינטגרטורים") נועד להתגבר על מכשול זה. כל זכיין אחראי לאספקת "חבילה" הכוללת את כל המרכיבים הנחוצים לתהליך המיחשוב: 1) חומרה, 2) תוכנה ולומדה ו־ 3) השתלמויות, הדרכה ותמיכה פדגוגית. והזכיין גם אחראי גם לפעולה תקינה ושוטפת של כל ה"חבילה".

ההתקשרות החוזית היא בין הזכיין לבין הרשות המקומית. משרד החינוך הקצה סכום כסף מוגדר וידוע לכל רשות מקומית תוך קביעה, אילו בתי ספר באותה רשות יתמחשבו וכמה מחשבים יקבל כל בית ספר (בעיקרון מספר המחשבים בכל בית ספר הוא עשירית ממספר התלמידים). התוכנית כולה ממומנת על־ידי שלושה גופים: מפעל הפיס, משרד החינוך והרשות המקומית.

התארגנות אורט במסגרת הזכיינות

יבמ ורשת אורט חברו יחד לצורך תכנית המיחשוב ונבחרו כאחד משבעת הזכיינים. בשותפות זו אחראית חברת יבמ לחלק העסקי והשיווקי, להתקנת ציוד ולתחזוקתו, ורשת אורט אחראית על התחום הפדגוגי: תמיכה בבית הספר בבחירת הלומדות והתוכנות, מתן השתלמויות ותמיכה פדגוגית. במסגרת השותפות נערכה התארגנות מיוחדת כדי לתת מענה שלם ומקיף לבתי־הספר. המרכיבים הבסיסים בהתארגנות זו הם:

מנהלת הפרויקט – היא האחראית להיבטים המנהליים והכספיים של הפרויקט, מפקחת על היחידות השונות, אחראית על התיאום ביניהן ואחראית על הקשר עם יבמ.

מרכז תמיכה ארצי – למרכז כמה תפקידים עיקרים:

א) גיבוש פתרונות מחשוב לבתי ספר המתקשרים עמנו, כלומר: הצעה של הלומדות והתוכנות שיופעלו בבית הספר, המלצות להקצאת שעות המחשב בין התלמידים, בין הכיתות, בין התוכנות השונות ובין המקצועות והגדרת מערכת ההשתלמות הנחוצה לבית הספר.

ב) פיתוח השתלמויות.

ג) העברת השתלמויות לבתי ספר המתקשרים עמנו במסגרת תוכנית המיחשוב ומתן תמיכה פדגוגית שוטפת.

מרכז מחקר ופיתוח – מרכז המחקר והפיתוח של אורט הממוקם במרכז הפדגוגי תומך בפרויקט המיחשוב באמצעות פיתוח של יישומי מחשב ופעילויות לימודיות הקשורות למחשב, הקמת BBS חינוכי (גליון ידיעות אלקטרוני) ובסיוע בגיבוש פתרונות לבעיות פדגוגיות שונות שיעלו במרוצת הזמן.

יחידת ההשתלמויות של המרכז הפדגוגי – מסייעת לפרויקט בכל נושאי ההשתלמויות.

השתלבות אורט במסגרת בתי הספר המדגימים

בראש החץ של תוכנית המיחשוב ניצבים עשרה בתי ספר מדגימים. בתי ספר אלו יקבלו בשנים הקרובות תקציבים מוגברים שינוצלו לצורכי המיחשוב ויאפשרו להם לבצע את תהליך המיחשוב בצורה מהירה יותר, מעמיקה יותר ותוך נסיונות לביצוע פרויקטים חדשניים. בתי ספר אלו אמורים לשמש הן כמודלים אפשריים לשאר בתי הספר והן כמוקדי מעקב ומחקר אקדמיים מתוך מטרה להגיע בעוד כמה שנים לידע רב יותר ומבוסס אקדמי בנושא המיחשוב. אורט זיהתה את הערך הפדגוגי של פרויקט בתי הספר במדגמים ואת הצורך להשתלב בו במטרה להיות בין המובילים את תוכנית המיחשוב. מאמצי הרשת נשאו פרי ואנו משתלבים בפרויקט בתי הספר המדגימים בשני אופנים:

1) שניים מבתי הספר המדגימים הם בתי ספר השייכים לרשת אורט: אורט מגדל העמק ואורט רונסון באשקלון ו־2) המרכז הפדגוגי של אורט קיבל על עצמו את הליווי האקדמי של שני בתי ספר אלו.

דגשים פדגוגים

במסגרת מתן פתרון כולל לבתי הספר אנו מחויבים לטפל ולעסוק במגוון נושאים. הנה כמה הבהקים המתארים את הדגשים הפדגוגים ואופי הפתרונות שאנו מציעים.

הנחיה – מורה במרכז
אנו רואים בתוכנית המיחשוב הזדמנות לביצוע שינויים ניכרים בבתי הספר. אנו סבורים כי המפתח להצלחה הם המורה וסגל בית הספר. לפיכך במוקד ההתארגנות שלנו הרצון לתמוך בבית הספר. התמיכה ניתנת בכמה דרכים:
מנחה מיחשוב בית ספרי שתפקידו ללוות את בית הספר במשך תקופה ארוכה, וחלק ניכר מזמנו הוא נמצא בבית הספר, מספק למורים תמיכה ותשובות במכלול ההיבטים הפדגוגים והתפעוליים, ברמת הפעולה היום יומית.

מרכז תמיכה ארצי ומרכז מחקר ופיתוח שאחראים למתן תשובות לבעיות ולצרכים פדגוגים אשר מתעוררים ודורשים טיפול יסודי.

מערכת BBS ("לוח מודעות אלקטרוני") שמוקמת בימים אלו ושאליו יוכל בית הספר להתקשר, לשאול שאלות וליצור קבוצות דיון בנושאים שונים **ומבחר של השתלמויות** שיתנו בידי המורים כלים מעשיים לשילוב המחשבים במערך הבית ספרי.

אוריינות מחשב ושילוב כלים פתוחים

אנו רואים בהקניית מה שמכונה "אוריינות מחשב" יעד מרכזי בתוכנית





המיחשוב. במסגרת זו אנו מזהים את הצורך לרתום את המחשב להיות אחד מכלי העבודה המרכזיים של התלמיד. מעבד תמלילים, גליון אלקטרוני, מאגר נתונים ובסיס נתונים, מולטימדיה, תוכנה גרפית וכלים אחרים צריכים להיות משולבים שילוב אינטגרלי בהוראה ובלמידה. מעבד התמלילים ככלי לכתיבת עבודה וככלי לשיפור ההבעה. גליון אלקטרוני ככלי לחקירה במדעים, מתמטיקה ומדעי החברה, מולטימדיה ככלי לביצוע עבודות אישיות ופרויקטים, בסיס נתונים כאמצעי לארגון ידע בתחומי דעת שונים וכדומה. אנו רואים בתקשורת נושא חשוב במיוחד, ונערכים לתמוך בשילובו בבית הספר. אנו רואים ב־BBC, שהוזכר קודם לכן, אמצעי למתן תמיכה פדגוגית למורים בעל חשיבות מרכזית גם בהיותו אמצעי להיחשפות בית הספר לנושא התקשורת.

היכולת להטמיע בהצלחה את המחשבים בבית הספר מותנית במידה רבה באפשרות לשלבם במסגרת תחומי הדעת השונים. כדי לתמוך בנושא זה מוקמים בימים אלו במרכז מחקר ופיתוח של המרכז הפדגוגי צוותי עבודה שתכליתם לפתח פעילויות לימודיות, הממוקדות בכלים פתוחים ובתחומי דעת שונים.

שימוש במישק גרפי אחיד בכל שכבות הגיל

פלטפורמת החומרה בדרישות המרכז היא כזו המאפשרת עבודה עם מישק גרפי (WINDOWS) בכל שכבות הגיל. אנו מאמינים כי עבודה עם מישק כזה תביא לידי קליטת המחשב כחלק אינטגרלי בתהליך הלמידה וההוראה עקב הפחתת הידע הטכני הנדרש להפעלת כל תוכנה, בהיותה מונחית סמלים, ובספקה מישק משתמש עקבי בכל היישומים. שימוש במישק אחיד גורם לשימוש חוזר בידע ההפעלה הנרכש בשנות הלימוד הראשונות לאורך השנים שבהן לומד התלמיד במערכת החינוך. החל מבית הספר היסודי (כיתות ג׳־ו׳) ועד התיכון יעבוד התלמיד באופן דומה, וישתמש במערכת סמלים דומה. כחלק מקו זה נכללים בסל התוכנה שלנו אוסף הכלים של בית התוכנה מיקרוסופט, העובדים תחת ה־WINDOWS: מעבד תמלילים Word, גליון אלקטרוני Excel, בסיס נתונים Excel, ומצגת PowerPoint.

שיתוף פעולה מלא עם בית הספר
תהליך המיחשוב כרוך בשינוי ארגוני ופדגוגי שאותו יש להתאים לבית הספר ולסגל מוריו. שינוי כזה אפשרי רק כאשר המורים מעורבים בו, שותפים בו ובעלי עמדה חיובית כלפיו. אנו רואים את תפקידנו בראש ובראשונה כגוף שצריך לתמוך בבית הספר ומוריו תוך **שיתוף פעולה מלא** עימו. לפיכך אנו מעצבים את הפתרון לבית הספר, תוך דיון והתייעצות משותפים עימו, בהתאמה למטרותיו הפדגוגיות ותוך התחשבות במאפייני סגל ההוראה שלו ותלמידיו.

ומה הלאה ?

מיחשוב בית ספר הוא תהליך ארוך, תובעני ומורכב המחייב התמודדות יום־יומית, פתיחות רבה ולמידה מתמשכת. אנו סבורים כי לתכנית המיחשוב הארצית יש סיכוי טוב להעלות במדרגה שלמה את איכות השימוש במחשבים במוסדות החינוך ולהיות גורם חשוב בשיפור תהליכי ההוראה והלמידה. אורט, בהיותו מוסד חינוכי, רואה בתהליך המיחשוב תהליך בעל חשיבות ראשונה במעלה ועל כן החליט להתמודד עם האתגר שהתוכנית מציגה ולהצטרף אליה כנוטל חלק בביצועה.



אורטנט

רשת התקשורת של אורט ישראל

אייל ששון

בימים אלו החלה אורט להפעיל רשת תקשורת מחשבים, שאמורה להיות אמצעי לשיפור ולהתחדשות ההוראה והלמידה. בתיאור הרשת יובאו לידי ביטוי ההיבטים הדידקטיים והתרבותיים של השימוש ברשת תקשורת, המצויים עדיין בשלב חקירה והערכה.

רשת התקשורת האלקטרונית תקשר ותאפשר שיח ושיג בין התלמידים, המורים והמנהלים בתוך בית הספר, בין תלמידים ומורים בבתי ספר שונים, בין המנהל למרכז ובכלל בין ובתוך השלוחות הרבות של אורט, הפרוסות הן גאוגרפית והן בתחומים מקצועיים שונים.

רשת תקשורת זו מאפשרת להעמיד לרשות כל בית ספר, כל מורה וכל תלמיד חלק משמעותי מעוצמתה של המערכת: מהיותה כוללת יותר מ־7000 מורים, 70,000 תלמידים ועוד בעלי תפקידים. רשת התקשורת יוצרת תווך המאפשר שיתוף בקלות יחסית בידע, במידע, בדעות, ברעיונות, בחומרי לימוד, במשאבים, ובפתרון בעיות מקצועיות חברתיות וחינוכיות. תווך זה מאפשר גם תקשורת אישית משופרת (באמצעות דואר אלקטרוני), עבודה בקבוצות (באמצעות ועידות אלקטרוניות – לוח מודעות שהגישה אליו לפי נושא הוועידה), וגישה למאגרי מידע עצומים בעולם ובארץ (באמצעות רשת האינטרנט). מכיוון שכל פרט המחובר לתקשורת מחשבים יכול לתרום לתוכן ולהגיב אקטיבית למסרים המתקבלים, ואינו בבחינת מקבל מידע פסיבי, הוא הופך ממעמד אפשרי של בורג מרוחק, לחלק מקהילייה או ממשפחה.

מילון לתקשורת אלקטרונית

רשת תקשורת (NETWORK) – מחשבים המקושרים ביניהם קשר פיסי בכבלים או בתקשורת. אם הקישור הוא פיזי ולמרחקים קצרים הרשת נקראת "רשת תקשורת מקומית" (LAN - Local Area Network), אם הקישור נעשה בתקשורת ולמרחקים גדולים הרשת נקראת "רשת תקשורת רחבה" או "רשת תקשורת מבוזרת" (WAN - Wide Area Network).

דואר אלקטרוני (electronic mail, email) – העברת הודעות (תזכיר, מכתב...) דרך רשת תקשורת. אפשר לשלוח הודעה לנמען אחד או למספר נמענים. ההודעה יכולה להיות טקסט בלבד, אך היא יכולה להכיל בנוסף כל מידע אחר: תמונה, קול, אנימציה וכדומה. שימושים לדוגמה: התכתבות אישית בין שני משתמשים, העברת קובץ מבחן לבתיהם של תלמידים חולים.

משתמש (user) – אדם המורשה להיכנס לרשת התקשורת. למשתמש יש שם המשתמש (יחודי) וססמה, מזהים אותו ומשייכים לו, בין היתר, את תיבת הדואר שלו.

תיבת דואר (mail box) – המקום שבו מתקבל הדואר האלקטרוני של המשתמש. המשתמש יכול לגשת לתיבת הדואר הפרטית שלו, וכן לתיבות הדואר הציבוריות.

ועידה אלקטרונית (electronic conference) – תיבת דואר ציבורית שאליה יכול לפנות – לקרוא ולכתוב – כל משתמש המנוי בוועידה. בכל ועידה פועל מנחה ועידה, המסנן את החומר, מדרבן את המשתתפים, מעשיר את הוועידה ו"מחזיק אותה בחיים" כל עוד היא נחוצה ורלוונטית. שימושים לדוגמה: פרויקט שיתוף בחומרי למידה בביולוגיה של התא, דיון בית־ספרי בתהליך השלום.

לוח מודעות אלקטרוני (BBS – Bulletin Board System) – מערכת הכוללת דואר אלקטרוני, ועידות אלקטרוניות ובסיסי מידע והפועלת על מיקרו־מחשב. רשת התקשורת אל אורט היא לוח מודעות אלקטרוני.

אינטרנט (Internet) – רשת תקשורת בין־לאומית המורכבת מאלפי רשתות תקשורת, עם יותר מ־20 מיליון משתמשים ביותר מ־40 ארצות. הרשת מאפשרת גישה למאגרי מידע עצומים בכל אותן ארצות,

מאפשרת דואר אלקטרוני בין המשתמשים בה, כוללת אלפי ועידות אלקטרוניות, ומאפשרת נטילת קבצים ממרבית הרשתות המחוברות אליה.

כתובת אינטרנט - לכל משתמש ברשת תקשורת ניתנים שם וססמה, המזהים אותו ומקשרים אותו, בין היתר, עם תיבת הדואר האישית שלו. השם בתוספת שם הרשת שאליה הוא מחובר הם כתובת האינטרנט של המשתמש. למשל: eyals@ort.org.il.

רשת התקשורת של אורט תעניק את השירותים האלה:

א. דואר אלקטרוני - תקשורת בין עמיתים (peer to peer) המנויים ברשת, או עם כל מנוי אינטרנט. דואר אלקטרוני יכול לשמש גם ללמידה מרחוק - הוראה לתלמידים חולים ועזרה בשיעורי בית, ולתמיכה טכנית - עזרה בהפעלת ציוד ומערכות: מנב"ס, או אפילו עזרה בשימוש ברשת התקשורת עצמה.

ב. ועידות אלקטרוניות - ועידות בנושאי עניין משותפים. למשל, טכנולוגיה לחט"ב, ביולוגיה לחט"ב, התא, התא המשפחתי (התמודדות מורים ותלמידים עם גירושין, חד הוריות...), בגרות במתמטיקה וכו'. בוועידות אפשר להשתמש גם לביצוע פרויקטים מוגדרים. למשל, פרויקט תלמידים בנושא הסכם השלום, איכות הסביבה, או פרוייקט מורים להפקת חומרי למידה במתמטיקה או לשון.
בכל תחום תוכן אפשר להקים קבוצה בעלת **עניין משותף** באותו תחום שהיא **הוועידה אלקטרונית**. קבוצה כזו תפעל במתכונת לוח מודעות - כלומר כל אחד יכול "לתלות מודעה" וכולם יכולים לקרוא אותה. למשל, קבוצת העניין 'ביולוגיה לתיכון'. לוועידה זו יתרמו ויגשו מורים בעלי עניין בביולוגיה לתיכון. לשם החלפת דעות על ספרי לימוד, להחלפת שאלות וחומרי לימוד אחרים, לדיון בבחינות הבגרות, בניסויי מעבדה וכדומה. העניין המשותף יכול להיות אף ספציפי יותר, למשל, "חקירת פונקציות" או "הביולוגיה של התא". בוועידה אפשר לשלב חומר לימודי, תרגילים מעניינים ודרכי פתרונים, הצגת גישות ללימוד הנושא, הערות על חשיבותם של קטעים מספר לימוד כלשהו, או מלומדה כלשהי, או של אמצעי המחשה זה או אחר. כל בעל עניין בתחום יוכל לקבל את כל המידע שהוצג בוועידה המעניינת אותו, להעביר את המידע אל המחשב האישי שלו ולעבד אותו לצרכיו, ולתרום מיכולתו המקצועית ומדעותיו.

ג. מאגרי מידע
יכולת הגישה לאינטרנט פותחת צוהר לעולם האלקטרוני הגדול. חלק ניכר מאותו עולם הוא מאגרי מידע. אלו ישמשו למורה כמקור להעשרת ידע ולעדכונו, וכן ישמשו לתלמיד בפרויקטים שונים. הקניית יכולת לחיפוש מידע ולאיתורו היא כושר בעל חשיבות רבה, שאינו מפותח דיו במסגרות הנוכחיות. מאגרי מידע יכולים להיות הן מדעיים, דוגמת ERIC למידע חינוכי, והן פופולריים דוגמת ידיעות של סוכנויות חדשות היכולות לשמש בסיס לפרויקטים בתחום תקשורת המונים ולכתיבת עיתונים, או פרויקט תלמידים להכרת השימוש במאגרי מידע: ישראל ויהדות, זכויות האדם ועוד.

כללי התנהגות בתקשורת

בתקשורת בין בני אדם אנו שומרים על כללי התנהגות ומוסר. השימוש בתווך אלקטרוני, ובמיוחד ברשת תקשורת, המאפשרת שימוש דמוקרטי: שלה כל משתמש יכול לתרום, וממנה יכול כל משתמש לקחת, מחייב אף הוא שמירה על כללי התנהגות ומוסר. למשל: שימוש בשפה נקייה, אי העלאת דעות גזעניות, אי הפצת חומר תועבה ואי הפצה של וירוסי מחשב. מלבד זאת על המשתמש ברשת להתחייב שלא להשתמש בה לצרכים פליליים, לצרכים מסחריים וכדומה.

כיצד מצטרפים?

כדי להתחבר לרשת התקשורת של אורט יש צורך בחומרה, בתוכנה ובמילוי טופס בקשה לפתיחת חשבון משתמש, כמפורט להלן.

דרישות החומרה:

יש צורך במחשב, במודם ובקו טלפון.
מחשב - אפשר להשתמש אפילו במחשב הפשוט ביותר (XT). עליו להיות בעל יכולת תקשורת טורית.
מודם (modem) וקו טלפון - להמרת המידע ושליחתו על קווי הטלפון. מומלץ להשתמש במודם העובד בקצב 2400 (ביטים בשנייה) לפחות, עם עדיפות למודם העובד בקצב 9600. המודם יכול להיות חיצוני ואז הוא בקופסה משלו המתחברת למחשב בכבל לפורט הטורי, והוא יכול להיות פנימי, ואז הוא מגיע בצורת כרטיס המוכנס במחשב. המודם הפנימי זול יותר. חלק ממכשירי המודם יכול לשמש גם בו זמנית כפאקס. שימו לב כי קו הטלפון שאליו מחובר המודם צריך להיות בלי שיחה ממתינה, מכיוון שזו מנתקת את הקשר האלקטרוני.

דרישות התוכנה:

יש צורך בתוכנת תקשורת. אפשר להשתמש בתוכנת התקשורת של WINDOWS, הנקראת terminal או מסוף. אפשר להשתמש גם בתוכנת תקשורת של בזק, או בתוכנה הנתמכת על ידינו (telix למשל).

בדבר טופס הרשמה ראה דף מצ"ב, בעמ' 56.



טכנולוגיה

כיצירה מבוססת ידע

בת־שבע רייס

בימינו, לנוכח השתנותם של התכנים והגידול המואץ בהיקפם, הלמידה המתבססת על הקניית ידע מעמידה קשיים.

לא זו בלבד שיכולת ההתמודדות עם ידע נרחב מוגבלת, אלא אף ההתרכזות בתכנים בלבד נעשית חסרת ערך עם הזמן. ויותר מזה, ההנחה העיקרית שעליה מתבססת הגישה הרווחת בחינוך, לפיה די להעביר לתלמיד כמויות אדירות של ידע, ולצפות שהוא יוכל להשתמש בו במצבים שונים, נמצאה במחקרים כלא נכונה. נראה שביה"ס צריך להתרכז בהקניית מיומנויות ואסטרטגיות למידה כלליות בעלות תוקף בלתי משתנה, כמו: יכולת חיפוש ידע, כושר לימוד עצמי ופיתוח גמישות מחשבתית. יש צורך לפתח תכניות התומכות בקידום החשיבה אל הרמה היישומית, שבה יוכל אדם להשתמש במה שהוא למד.

מה הן אפוא השלכותיה של תפיסה זו על הכנת אנשים לקראת חברה עתידית עתירת ידע? הטכנולוגיה מבטאת את יכולת הסתגלות האדם לסביבה שבה הוא חי.

יכולת זו מותנית בדרכי חשיבה אופייניים לטכנולוגיה. שורשיה של החשיבה הטכנולוגית נעוצים בראיית הטכנולוגיה:

א. כיצוג של **ידע אינטגרטיבי**, בין־תחומי, הבא לפתור בעיה קיומית אנושית.

ב. כתוצר של **תהליך תכנון ופיתוח** משלב זיהוי **הבעיה והגדרתה, אל הפתרון.**

דרך החשיבה הטכנולוגית באה לידי

ביטוי בעבודתם של המהנדס או האדריכל.
אם בהוראת מדעים התפתחה "דרך החקירה והגילוי", כדרך לימוד התואמת את דרך עבודתו של איש מדע, נראה שיש מקום לחפש דרך ללימוד טכנולוגיה, שתהלום את דרך עבודתם של המהנדס או האדריכל. דרך זו תלויה, לדעתי, ביכולתם להתמודד עם בעיות מן הסוג "המורכב".
במאמר זה, אדון בהגדרת בעיות "מורכבות" ותרומתן לפיתוח יכולת חיפוש ידע, כושר לימוד עצמי ופיתוח גמישות מחשבתית על מנת ליישם ידע לצורך פתרון בעיות אלו.

בעיות "מורכבות"

יש הבדל ניכר בין פתרון של בעיות "פשוטות" לבין פתרון של בעיות "מורכבות". בבעיה "פשוטה" הזמן מקבלת הבעיה ועד לפתרון – קצר. אין מדובר בבעיות קלות לפתרון דווקא, אלא בבעיות מוגדרות היטב, הנשענות על תחום ידע ברור. נראה שתפיסת הבעיה כמוה כמתיחת קו ישר בין שתי נקודות.
בפתרון של בעיה "מורכבת" הפתרון בא רק אחרי עבודה מתמשכת. אפשר להבחין במהלך הפתרון בנקודות מפנה, ורק לבסוף נתפס הפתרון. הגעה לנקודות המפנה היא המנחה את תהליך הפתרון. משך התהליך משתנה מאדם לאדם.
נראה שרוב הבעיות שאנו מתמודדים אתן מדי יום ביומו הן בעיות מן הסוג ה"מורכב". מה ללבוש? מה לעשות בשעות הפנאי? מה לבשל? באיזה מסלול למידה לבחור? בכל הבעיות האלה האדם ניצב מול סדרה של שיקולים ואילוצים, בונה לעצמו קריטריונים, אוסף מידע, מעלה רעיונות לפתרון, שוקל את האפשרויות שהוא מעלה, משנה דעתו, מהסס ולבסוף מגיע להחלטה זו או אחרת. לתהליך "טבעי" זה של פתרון בעיות "מורכבות" כמעט אין התייחסות במערכת החינוך. מערכת החינוך עוסקת בדרך כלל באימון של פתרון בעיות מן הסוג ה"פשוט" שהן בעיות שאינן מתחום חיי היום־יום. פתרון של בעיות אלה אינו מסייע ברכישת אסטרטגיות חשיבה עקרוניות. יוצא אפוא, שתלמידים מתאמנים בפתרון בעיות לא שימושיות.

מהי בעיה "מורכבת"?

בעיה "מורכבת" היא בעיה, המאופיינת על־ידי:
1. **"אי שקיפות"** (intransparency) של הבעיה ומטרות הנובעות מהגדרות שהן מילוליות.
רק מקצת המשתנים בהן ניתנים לצפייה ברורה וישירה. לדוגמה: כאשר יש ידע על סימפטומים ויש להסיק מתוכם את המצב הנתון. או כאשר משתנים יכולים להיות מוערכים באופן עקרוני, אבל בשל מספרם הגדול יש לבצע סלקציה ביניהם.
2. צורך ב"איתור מידע"
המידע הרלוונטי אינו ברור והוא מחייב חיפוש ידע ואיתור אילוצים לשם פתרון הבעיה.
3. מרקם של קשרים
בעיה "מורכבת" מאופיינת ע"י מספר משתנים רב וגם ע"י מרקם הקשרים ביניהם. שינוי במשתנה אחד משפיע על יותר המשתנים. בעיות "מורכבות" בדרך כלל מכילות רמה גבוהה של קשר בין המשתנים.
4. מספר רב של פתרונות. לבעיה "מורכבת" מרחב הפתרונות הוא תוצר של התכונות האנושיות מחד גיסא (רמת הידע, היצירתיות, המקוריות, רגישות להגדרת הבעיה וכד') וכמות הזמן המושקע בפתרון מאידך גיסא.
5. **הפתרון הוא דינמי.** משתנה עם הזמן.

נושא זה נדון במחקרים חדשים העוסקים באדם־מכונה. בהתעצמות האוטומציה והמחשוב האדם הופך למפעיל של מערכת "מורכבת" ובתוקף תפקידו הופך לפותר בעיות "מורכבות" יותר מאשר שולט (con־troller) בסביבתו.

תכנון ככלי לפתרון בעיה "מורכבת"

התהליך, המביא לפתרון בעיה "מורכבת" כפי שהוגדרה כאן, הוא **תהליך תכנון**. תכנון סביבות מלאכותיות אינו אלא פתרון בעיות "מורכבות". לפיכך הקניית מיומנות **בתהליך תכנון** תגדיל את אפשרות התלמיד להתמודד עם פתרון בעיות מסוג זה.
בתכנון, מטרות הבעיה אינן בהירות. זיהוי הבעיה והגדרת מטרות התכנון הם חלק מן העבודה של המתכנן. הידע הרלוונטי לפתרון הבעיה אינו שקוף למשתמש. איתורו דורש מיומנות בפני עצמה וכושר למידה עצמי. יתרה מזאת, משמעותו של "פתרון" בעיה תכנונית הוא מעורפל. יש הרבה אפשרויות לפתרון. כמו בפתרון, .בעיה "מורכבת". במקום לשאוף לפתרון אופטימלי, מתכננים שואפים לפתרונות משביעי רצון.

בגילאים הצעירים, מרבית הילדים יצירתיים עד מאוד בתחומים רבים: בנייה, סיפור, ציור, משחק, דרמה, תנועה – משמע, הם פותרים בעיות "מורכבות"! שואלים שאלות רבות בחפשם אחר מידע במקומות שהוא חסר להם. זה תהליך טבעי שנפסק בבית־הספר. האם בשל המעבר לגיל שש, או שמא הסביבה הלימודית ה"מדעית" המתעקשת ללמד על העולם ורואה את תפקידה בהפצת הידע האנושי היא זו המשנה את התנהגותם של ילדים רבים. הילד הסקרן הופך מאדם יוצר, יוזם ומקורי לתלמיד פסיבי, חסר מעוף ובלתי מתעניין בסובב אותו?
ילדים, אנשים "יצירתיים" (אמנים, מוסיקאים, סופרים ועוד) ובעלי מקצוע שונים (רופאים, עורכי דין,

מהו מבנה הפתרון של בעיה "מורכבת"? - תורת המערכות

עקב שפע האינפורציה ואי היכולת להתמודד איתה, יש מגמה, בהוראת המדעים, להתמקד בלימוד עקרונות. הוראת תורת המערכות היא נושא שנעשה מאוד פופולרי בהקשר זה. סביבות שונות חיות בדו־קיום עם תנאים הכפופים לאותה חוקיות: "חוקיות מערכתית" (Simon, 1969). לדעתי, כל סביבה מלאכותית מעמידה פתרון לבעיה "מורכבת". לכן הגדרתו של Simon אינה אלא ניתוח מבנה הפתרון לבעיה "מורכבת". קבוצת המושגים מתחום תורת המערכות עשויה לסייע בתהליך של מציאת פתרון לבעיה "מורכבת".

מהם המאפיינים האישיים המאפשרים התמודדות עם בעיה "מורכבת"?

מתכנן מתעמת עם בעיות אישיות פנימיות, שמתעוררות בעקבות גירויים של הסביבה החיצונית. סיטואציה מסוג זה מתאימה לכל תהליך של יצירה. ככל שסביבת התכנון פחות מובנית, כן יש יותר מקום למעורבות אישית בין המתכנן ובין התפקיד המוטל עליו. התהליך של יצירה מתרחש במצבים שבהם הפתרון אינו מוגדר באופן ישיר על־ידי הוראות או על־ידי נסיון קודם. זה אומר שאי אפשר להגיע אליו בקריאה ישירה של ידע או בפעילויות מוגדרות. מצבים אלו קיימים בפתרון בעיות "מורכבות". מכאן שבעיה "מורכבת" מעמידה כר נרחב לתהליכי יצירה.

התמודדות עם בניית סביבה מלאכותית משמעה "יצירת" משהו חדש, שלא היה קודם.

"יצירתיות" אפשר לפתח, כמו כל תכונה אחרת. על מנת לעשות זאת יש ביכולת בלתי מוגדרת, כעין יכולת "אמנותית" ליצר רעיונות ולאלתר פתרונות, כשיש גירוי מתאים.

השאלה המרכזית שצריכה להישאל היא, אם יש מקום לפתח התנסות בתכנון שכלתני לאור מודל כלשהו, או לתת לתלמידים הזדמנות להתנסות בתהליכי תכנון רבים כך שעצם האמון יפתח אצלם אסטרטגיה לפתרון בעיות "מורכבות". שכן נראה שהכושר לפתרון בעיות "מורכבות" טבוע בכל אדם באופן טבעי אך כמעט אינו ממומש בבית הספר.

כדי לתווך בשימוש של יישום מדעי דרושים (על־פי SCHON 1983):

אמנות הגדרת הבעיה
(art ofproblem framing)

אמנות היישום
(art of implementation)

אמנות האלתור
(art of improvisation)

תכנית הלימודים מתבססת על ידע מדעי. היכן ילמד התלמיד לתכנן? נראה שלבד מתכנית הלימודים הרגילה העוסקת בהקניית ידע יש לייחד מקום לאותם תחומים בלתי מוגדרים שהוזכרו כאן.

טכנולוגיה היא יישום הנשען על ידע. לפיכך יש מקום לראות בלימודי הטכנולוגיה לא רק תחום ידע נוסף, אלא סביבה המזמנת אפשרות להתאמן ב"אמנות ההגדרה, היישום והאלתור".



אדריכלים, מנהלים, מהנדסים, מורים ועוד) משתמשים באיזשהו ידע פנימי, "אמנותי", על מנת להציע, לתכנן או לפתור בעיות "מורכבות".

חשיבה מסוג זה היא מרכזית בתחומים שונים: אדריכלות, הנדסה, מחשבים, רפואה, הוראה, ניהול, כלכלה ועוד, אבל מדעני הקוגניציה (החשיבה) רק מתחילים לרכוש הבנה בתהליך, הנדרשת על מנת לפתח סביבה התומכת בעבודה מסוג זה.

תהליך התכנון הוא תהליך כללי־אוניברסלי הקיים בתחומי תוכן שונים.

עבודות התכנון מתחלקות לשתי קבוצות: ממוקדות או מקוריות. פתרון בעיה מן הסוג ה"מורכב" מהווה סביבה למפגש אינטראקטיבי בין ידע רלוונטי ותהליך תכנון מונחה מטרה. המטרה היא לפתור בעיה כלשהי ולשם כך יש ליישם ידע!

רווחות שתי גישות עקרוניות לתכנון: הגישה האלגוריתמית, שעל־פיה אפשר להגדיר הגדרה לוגית את המסלולים המביאים לפתרונות אפשריים. הגישה האלגוריתמית לתכנון היא גישה כללית אופיינית להנדסה.

הגישה היוריסטית, ובה מדובר

לקחת בחשבון שלמאפיינים אישיים יש משקל בעל משמעות רבה ביכולת לפתור בעיות מסוג זה.
את התכונות האישיות הנדרשות ליצירה אפשר לחלק לשתי קבוצות: דרישות אמוציונליות ותכונות קוגניטיביות.
דרישות אמוציונליות הן: אומץ, בטחון עצמי ויוזמה.
תכונות קוגניטיביות הן: רגישות גבוהה (במובן של כושר אבחנה), חשיבה רב כיוונית, גמישות מחשבתית, ראייה כוללת, יכולת מימוש, יכולת אנליזה, יכולת סינתזה, כושר בחירה, כושר התמדה, כושר ריכוז והנעה גבוהה, מודעות לחוסר ידע, יכולת לצאת ממעגל חשיבה ויכולת דילוג מנושא לנושא.
פיתוח תכונות אלו יכול לתרום לפיתוח היכולת להתמודד עם סביבות "מורכבות", או לחלופין, התמודדות עם סביבות "מורכבות" מפתחת תכונות אלו.
היעדר התייחסות בתכניות לימודים לבעיות "מורכבות" המתאפיינות בחוסר נתונים ובהופעת מכשולים לא צפויים מראש, גורם לצמצום האפשרות להסתגל לחשיבה פתוחה. בעיות מסוג זה הן בעיות שאיתן מתמודדת הטכנולוגיה; לימודי טכנולוגיה יכולים אפוא לשמש סביבה מתאימה לפיתוח אסטרטגיית חשיבה הנדרשת בפתרון בעיות "מורכבות".
נראה, שהכושר לזהות בעיה, לנתח אותה, להעלות רעיונות רבים כאלטרנטיבות ולהיות מסוגל להרכיב שלמות מחלקים בודדים תוך שיזורם, יחד עם יכולת חיפוש ידע רלוונטי ולמידה עצמית, הם הכישורים הבסיסיים שיאפשרו למחזיק בהם להתגבר על "הלם" השינויים, מצב שאינו עוד חזון לעתיד, כי אם חלק בלתי נפרד מן ההתמודדות שהיא מנת חלקם של רבים כבר היום.
בניגוד לאנליזה האופיינית למדע, מתכננים שמים דברים יחד מתוך מטרה מאוד מוגדרת, ויוצרים דברים חדשים - מהם ידועים ומהם מתגלים בשעת התכנון. מדובר ביכולת לתת פתרון ריאלי, הדורש התמודדות עם **מורכבות וסינתזה.**
המתכנן הוא שמכתיב את החוקיות ואת התנהגות המערכת המלאכותית. הסביבה המלאכותית היא הפתרון המוצע לבעיה "מורכבת". זהו ליבה של הטכנולוגיה.
אם נרצה להכשיר אנשים בעלי יכולת הסתגלות טובה יותר לסביבתם, עלינו לטפחם כבעלי יכולת לפתור בעיות מן הסוג ה"מורכב".

פתרון בעיות "מורכבות" כמרכיב מרכזי בפיתוח תכניות לימודים

פתרון בעיה "מורכבת" דורש באופן עקרוני לתכנן מערכת מונחית מטרה, בעלת מבנה היררכי, שחלקים בה מקיימים יחסי גומלין. לשם כך נדרש **ידע.**
על מנת שאדם יוכל לחיות בזמן כלשהו, עליו להבחין במתרחש ולהתאים עצמו. כלומר: הוא צריך להיות בעל רגישות לזהות בעיות, בעל יכולת חיפוש ולימוד תחומי תוכן שונים באופן עצמאי, בעל יכולת לרתום ידע לטובת פתרון כזה או אחר (יישום), ובעל גמישות מחשבתית המאפשרת לו לתמרן עם הידע שיש לו בסביבות שונות. אם הוא עסק בכך בלימודיו הרי שהוא יהיה ערוך ומוכן להסתגל לשינויים. מתוך כך, על סביבה לימודית להיות מושתתת על ארבע מטרות עיקריות:
★ **פיתוח רגישות לזיהוי בעיות.** הבעיות הן בדרך כלל הומניות וחברתיות.
★ **הרחבת הידע** והבנת תפקידו בפתרון בעיות "מורכבות".
הידע הוא **חומר גלם** לפתרון בעיות. לכל בעיה יש ידע רלוונטי אחר. חיפוש הידע המתאים ויכולת למידה עצמית הם האתגרים העומדים בכל התמודדות עם בעיה חדשה.
★ **שיפור היכולת לפתור בעיות "מורכבות"** בעקבות התנסות חוזרת ופיתוח היכולת לתכנן.
★ **פיתוח גמישות מחשבתית** התלויה ביכולת להעלות רעיונות ולהעביר ידע מסביבה אחת לאחרת. לכל תחום ידע יש יישומים רבים.
אדם שיתנסה בלמידה כזו ויבקש להיות רלוונטי באשר למתרחש בתחום כלשהו בעוד מספר שנים, יכול כנראה ליישם את הכלל העתיק של "ישן מפני חדש תוציא".

כללו של דבר, הטכנולוגיה היא דרך חשיבה אחרת, נוספת. היא משתמשת במדע ופועלת כ"אמנות". בכך היא קרובה באותה מידה הן למדע והן ל"אמנות". הראייה הנוכחית שבה הטכנולוגיה היא תת מקצוע השייך לאגף המדעי אינה נכונה. נראה לי נכון יותר לדבר על שלוש קטגוריות: **מקצועות הומניסטיים, מקצועות מדעיים וטכנולוגיה.**
יתרה מזאת, אני רואה בטכנולוגיה מנוף ללמידה אינטגרטיבית בין־תחומית המאפשרת התנסות בתהליכי יצירה באמצעות הידע האנושי - ההומניסטי והמדעי.
לימודים הנשענים על אימון היכולת לפתור בעיות "מורכבות" יקנו כלים כלליים להתמודדות ארוכת טווח, בעידן של ידע גדל ומשתנה.
תוצר לוואי של תכנית לימודים הנשענת על רציונל זה היא הצעת דרך לגשר על הפער שבין הקניית ידע לטיפוח יצירתיות במסגרת תכנית הלימודים. בתי־הספר נוטים להפריד נושאי לימוד המקנים ידע, מנושאים המאפשרים תכנון ויצירה. ליצירה יש מקום רק בתחומים ה"אמנותיים". מוצע כאן רציונל המשלב את הידע ומציג אותו באור של "ידע כבסיס ליצירה".
לדעתי, פתרון בעיות "מורכבות" = תכנון = יצירה באמצעות ידע.
מאחר שהוראת הטכנולוגיה עדיין לא הוגדרה, למרות ההכרה הציבורית בחשיבותה, נראה לי שיש מקום להשקיע מאמצים בפיתוח גישה זו.



מחשבות על
טכנולוגיה ואמנות

נעמה לב־ארי

עידן המחשב מעלה שאלות רבות ובלתי פתורות גם בפני שדה האמנות. כמה תשובות, חלקיות, זמניות, מהוססות, לאחדות מהשאלות הללו עלו מן התערוכה "סדרתיות־מקריות" שהתקיימה בגלריה קלישר חמש בתל אביב במהלך חודש מאי 1994 בעריכת הורית הרמן־פלד.

"סדרתיות־מקריות" נערכה כצומת הקשרית לעבודות שיוצרו ונוצרו בזמן אמת בחלל האולם. העבודות שנוצרו באמצעים ממוחשבים (COMPUTER WORKS) מסמנות את הקשר האינטראקטיבי, את הדיאלוג שבין המוח האנושי לבין מוחו האלקטרוני של המחשב, או בין הצופה לבין העבודה.

אמצעי הייצור הממוחשבים, המובנים משפה מתמטית מופשטת, מתחברים לתהליכי יצירה מחשבתיים וממוטטים את ההבחנות המסורתיות שבין זמן ובין מרחב. כלומר, מישהו חשב על הדברים קודם, תשתית היצירה הונחה, אך היא מתרחשת בזמן הווה, בזמן המפגש הייחודי עם הצופה בה.

דימויים, קולות, תנועה וטקסט מתורגמים לצמדים של "יש" ו"אין" הפותחים אפשרויות בלתי מוגבלות כמעט של עיבוד ויצירה אמנותית.

■ למשל, מחיצת עץ בפינת החדר ולפניה במה קטנה. הצופה אמור לעלות על הבמה ולהציץ בעמידה על קצות האצבעות על המוצג שמעבר למחיצה. שם מונח מחשב ועל הצג שלו תמונות חולפות ונעות. מולך מצלמת וידיאו המחוברת אל מסך המחשב. בעוד אתה מתבונן, מופיעות פניך בתוך המסך. כל ניע עפעף, כל זיע שיער, כל סוג של מבט וכל תנועה קטנה של פניך, משתקפים מייד בתוך המסך. כך חלה התמזגות של המתבונן ושל האובייקט. "אם אתה לא שם – זה לא קיים". כל עוד אתה משתתף ומביט – יש יצירה. ולא רק זאת, אלא שאתה הופך חלק ממנה. וכל עוד איש אינו קרב אל מחיצת העץ – אין יצירה. כך הופכת שפת הטכנולוגיה, שהיא שפת אמצעי הייצור, לשפת אמנות.

■ דוגמה נוספת אפשר למצוא בעבודה "מכתב לחבר יפני", שעיקרה צילומים מתוך מכונית במהלך מסע יבשתי. תיעוד הדרך בתמונות, שאחדות מהן טופלו באמצעות המסך המשחזר את מסך הרוח של המכונית. סקירת התמונות אל תוך המחשב מפגישה את היסוד האנונימי שבאובייקט. הסורק האופטי הוא חסר פוקוס, חסר מיקוד או התכוונות ייחודית. הוא מכיל למעשה פסיפס ענק של נקודות. תנועת הנקודות והקווים עושה עבורך את מעשה האמנות.

■ עבודה נוספת, "מחשב־מכשף", מעצימה עוד יותר את עולם ההדמיה הממוחשבת: המחשב יוצר מניפולציות, מחיה מיתוסים, מגלם פנטסיות, מחבר חיבורים. באמצעות

העתק - COPY, הדבק
א מעביר חלקי תמונה
החומרים הם חלקי
של יצירות אמנות
רקו אל תוך המחשב.
מוח שאינו מפרש,
" (עקרון הפעולה של
ו מרגיש, מתבטלת כל
בותית. אדישות הכלי
מאפשרת כל הכלאה
מיון ומעניקה למוצר
יכות מיתולוגית,
פנטסטית.
ת וידיאו המסמנות את
ההבחנה בין המקומי
בין "כאן" ל"שם"
שורת מחשבים, עיבוד
חלפות באנימציה
בים מרצדים ללא הרף
הולכת ומתרקמת איזו
ריחוק מן המוצגים.
לט הוא **חידוש לשם**
שיש בו גילוי וסקרנות,
חיבוק הטוב והחם של
רת. אתה סובב באולם
בו יותר מן המעשה
ות מן האמנות. ישנם
על השולחן, משהו
את הפונקציה שיועדה
לטים הדמיון והאלתור
צאה - שהיא מהותה
ה. ניכרים האספקטים
ע, טכניקות, כלים,
רים ואפילו פסולת.*
ה לובשת צורה ממשית
חת העבודות ה"חזקות"
ל ענקי מלא קרעי דפיו
את תיגר על האמנות
השמרנית, על צורת
בלת, שאין בה כביכול
ה.
אומר באחד משיריו**:
ה, הנודדת, המערבת
ם בחלון/קולה היום
ה/לפני חמש, עשר,
מעט לא השתנה דבר,
רוח ואדמה/נופחים
אש במעופה/בדברה

והנה יש לפנינו ניסיון אנושי לפרוץ, לחדש, לעשות משהו אחר - בשדה האמנות ובאמצעות הטכנולוגיה.
וההצדקה המוסרית לכך, אם נדרשת כזאת, באה דווקא מ"שורותינו", מ"כוחותינו". לצד שיריו האבודים של הספר מזדקר בגאון, כתמונה על הקיר, שירו של המשורר מאיר ויזלטיר:***

קַח שִׁירִים, וְאַל תִּקְרָא
עֲשֵׂה אֲלִימוּת בַּסֵּפֶר הַזֶּה:
יָרֵק עָלָיו, מְעַךְ אוֹתוֹ
בְּעַט אוֹתוֹ, צְבֹט אוֹתוֹ.

זְרוֹק אֶת הַסֵּפֶר הַזֶּה לַיָּם
לִרְאוֹת אִם הוּא יוֹדֵעַ לִשְׂחוֹת.
שִׂים אוֹתוֹ עַל אֵשׁ הַגָּז
לִרְאוֹת אִם הוּא עָמִיד בָּאֵשׁ.
מַסְמֵר אוֹתוֹ, נַסֵּר אוֹתוֹ
לִרְאוֹת אִם יֵשׁ לוֹ הִתְנַגְּדוּת:

הַסֵּפֶר הַזֶּה הוּא סְמַרְטוּט שֶׁל נְיָר
וְאוֹתִיּוֹת כְּמוֹ זְבוּבִים, וְאִלּוּ אַתָּה
סְמַרְטוּט בָּשָׂר, אוֹכֵל עָפָר וְחָב דָּמִים,
בּוֹהֶה עָלָיו נִים וְלֹא נִים.

לא ייאמן כיצד חזה ויזלטיר בשנת 1973, שנת פרסום המהדורה הראשונה של הספר, את המהפכה העתידה להתרחש ולאיים במידת מה על עולמנו הטוב והבטוח, בדבר מקום הכבוד והמלכות של הספר, ההולך ומתערער. האומנם? ואולי רצה המשורר לנגח דווקא את האדישות כלפי אמנות המילים, את חוסר הרגישות, את חוסר הכנות, המצויים במידה זו או אחרת בקרב קהל הקוראים.
באופן אירוני מנסה העבודה בתערוכה, מחד גיסא, להלום בדרך הפשטנית והישירה ביותר את העולם מן השיר. הנה היא בועטת, צובטת, זורקת. הנה היא מנסה לבחון אם יש לו התנגדות. וזו, כך נדמה לי, נוצרת בעוצמה ובחריפות במוחו ובלבו של הקורא ושל המתבונן.
מאידך גיסא, מה שלא הורס אותך - מחזק אותך. אולי מול קרעיו הכאובים של הספר אפשר לחוש את עוצמת האהבה כלפיו, הקירבה, ההזדהות. הדפדוף בגופם של הספרים במשך כל שנות קיומם היה תמיד דפדוף של התפעמות והיקסמות, לפחות נחלתם של רבים.

הרבה דברים עברו עלינו בחיינו ובלוויית הספרים, ומה נשתנה בתהליך הקריאה - הידע הספרותי. היכולת לעצור פה ושם ולומר: כאן היה ברנר, וכאן היה ברדיצ'בסקי, כאן היה גנסין וכאן היה ביאליק וכאן היה עגנון, כאן היה עוז ויהושע ורביקוביץ' ועוד רבים רבים.
לחוש איך כל זה נושף בגבנו, בנפשנו, בקצב ובסגנון, מורשת אדירה טעונת הגות ורגש, נושמת אוויר פסגות של חוויה אנושית, של התמודדות שבין אדם לגורלו, למולידיו, לאחיו, לתרבות ולאמנות****
העולם הספרותי והאמנותי החדש מוצא את ביטויו בתערוכה בשני מוצגים נוספים.
האחד הוא - השימוש במולטימדיה בהעברת הסיפור. הצופה מתבונן בשורות החולפות על פני המסך, קורא בהן, מתעכב פה ושם, הוא מקשיב לקריאת הסיפור באינטונציות מסוימות, הוא יכול באמצעות תוכנה משוכללת יותר אף לקבל מידע על הסופר או פרשנות על אלמנט זה או אחר בספר. נדמה שיש כאן ניסיון לצאת מן האפרוריות שבשגרה, מן הבנלי של חיי אנשים בביתם, מקומם, זמנם, הווייתם הפרובינציאלית והאנושית כל כך. לצאת אל

---

* עמיתי זילברמן, על עצמאותו של הידע הטכנולוגי, עיונים בטכנולוגיה מס' 20

** יחסים ודאגה, סימן קריאה 1986, עמ' 32

*** קח, סימן קריאה 1977, עמ' 5

**** נתן יונתן, מאזניים יוני 1993, עמ' 37

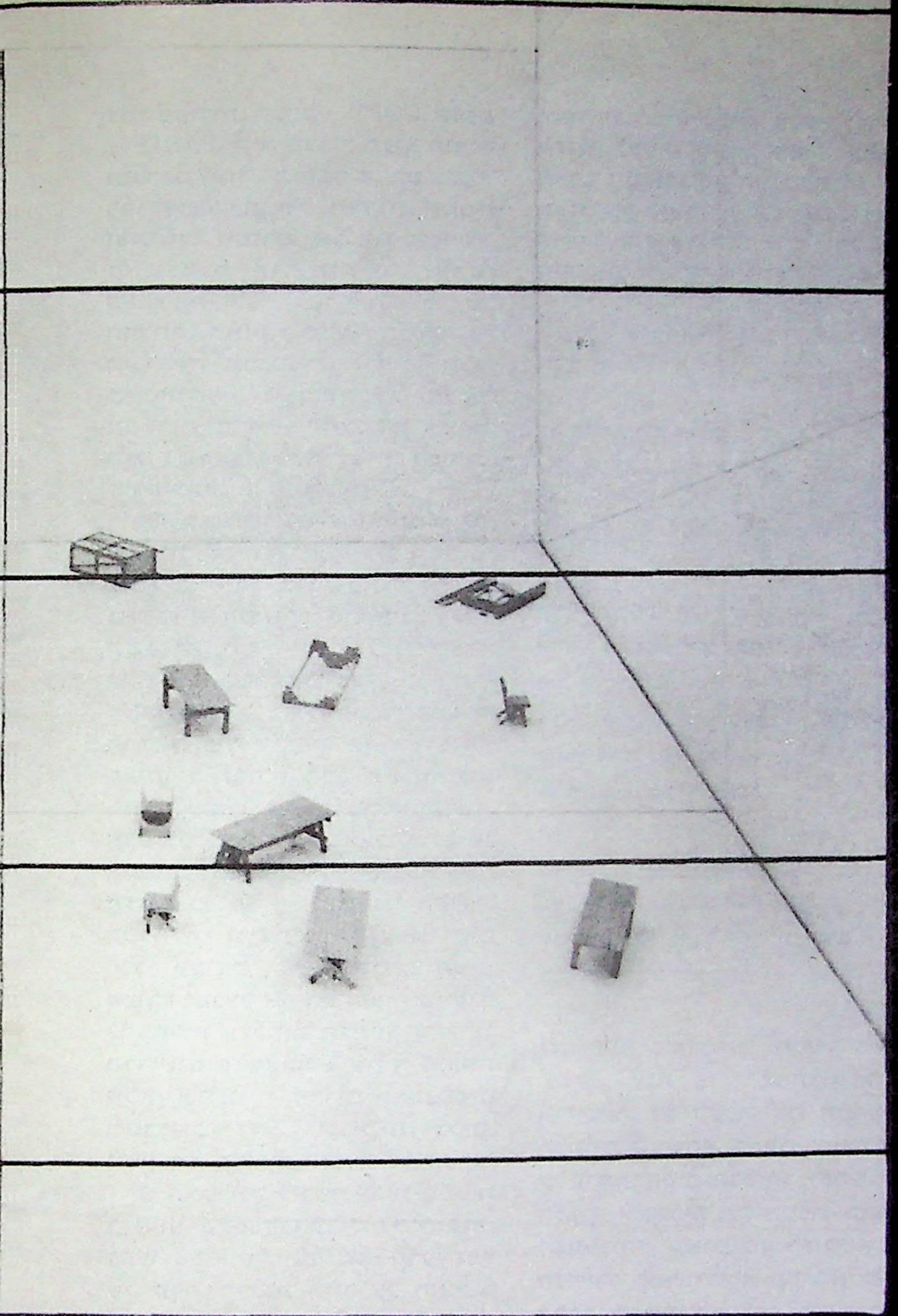
המסתורין המחבר בין רגע לנצח, בין אינסוף אפשרויות למשחק בתוך היצירה האמנותית, בין האובייקט לבין השתתפות פעילה בעשייתו, בין מציאות חומרית לבין השתקפות אמנותית.

■ ניסיון חדשני ומעניין ניכר בעבודתה של נאורה שם שאול – הספר "רומן דיגיטלי"*. ספר זה, ראוי שידון בו עיון מעמיק ונפרד, ולפי שעה רק בקווים כלליים – המחברת מעמידה את הרציונל של **הרומן הדיגיטלי** בהיותו מעבר למקום ולזמן. היצירה בצורתה האלקטרונית היא בת־אלמוות, מאבדת את ערכה כאובייקט מקורי, פיסי, רכושני. ככל פיסת מידע אחרת הנאגרת ומשייטת במרחב הקיברנטי, היא נגישה לכל אחד ובכל זמן. ייחודו של רומן ה"היי־טק" הזה הוא בכך שזרימת האירועים כולה, החל משיח אוהבים, דרך טיפול פסיכולוגי, עיסוק באמנות, חיפוש אחר זהות עצמית ועד פיענוח של תעלומה בלשית המרחפת לאורך כל הסיפור מתרחשת באמצעות ובתוך רשתות מחשב בין־לאומיות, ובכל אלה שולט **המשחק** – כתמצית הסדר והמשמעות.

אנסה לעמוד על מעט מן המאפיינים של הרומן הייחודי הזה:

■ עמ' 57 – "מי יודע בכמה צמתי תקשורת מחכים לי בהאזנה אלקטרונית, מלכודות של מודמים ותכניות Alarm מחכות להקפצה ברגע שאעבור שם, מי יודע?..."
החיבור של האדם הבודד, אל נקודות מרוחקות בעולם מעניק מעין תחושה של עוצמה, של שליטה, של הרחבת אפשרויות למינים ולסוגים רבים של פגישות, קשרים ויחסים. השאלה – האם כל זה עושה אותך מאושר יותר, אהוב יותר, מבין יותר? ואולי המטרות, ההצדקות, או נקודות המוצא להתבוננות במציאות הן "פשוט" אחרות?

■ עמ' 132 – "אתה שואל איך ההרגשה לעבור לציור ממוחשב?



PIERLUGI CERRI

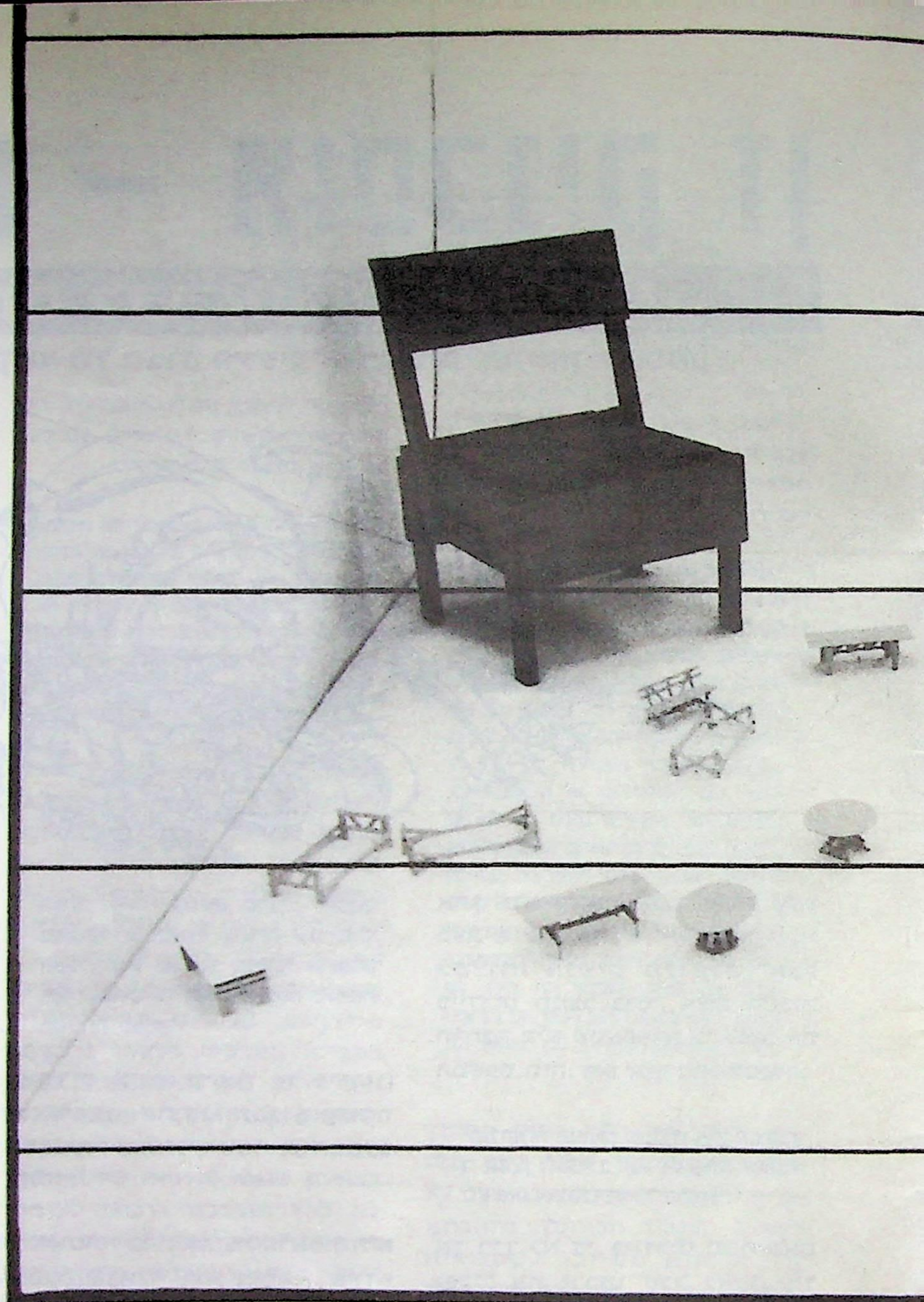
השרינק שלי מגדיר את הוויתור על חומרי הציור הנגיעתיים כפרידת התינוק מצרכיו, ואני קוראת לזה פשוט עוד צעד קטן אל עבר ההשתחררות מאובייקטים."
רעיון זה עובר כחוט השני בין מוצגי התערוכה (קרעי הספר, למשל). אם יש בך הזדהות או קבלה של העניין – עשית צעד נוסף בהתבגרות, בקידמה, במחשבה. אבל אולי עולה כאן ריח קל של אליטזם, אם אינך מקבל את הרעיון – נשארת קצת ילדותי, קצת מאחור, קשור, זקוק ורגשני.
לי דווקא נדמה כי ההיפך מהשתחררות – אחיזת הידיים, החושניות שבנגיעה, ההשתייכות

כפתורים. אולי זה הכוח המפעים והמסעיר אנשים רבים, אלו שנשבים בתחום - היכולת חובקת העולם לנווט את אפשרויות גלגוליך השונים, לבנות **כביכול** את הקיים באופן מולטי־ממדי.
האם הטכנולוגיה באמת מקדמת משהו בחיפוש תשובות לתהיות המרכזיות הקיומיות של זמננו? האם הטכנולוגיה המציבה אדם כ"חייל", כחלק, במשחק הסימולציה הענקי הזה חושפת איזושהי מהות חדשה בטבע האנושי, בהתנהגות האנושית, באמנות?
נדמה לי כי כוחה ניכר בהעמדת גרפיקה משובחת ורזולוציה גבוהה, באינסוף אפשרויות של אחסון מידע, הצגתו, והעברתו באופן משוכלל ויעיל תוך טשטוש גבולות של זמן ומקום. עם זאת מסתמן איזה קו של מחשבה, של אי נחת מן ההדמיות השונות, מן **העולם התחלופי** שהיא מציעה.
בני האדם ישובו וישתוקקו להתבונן לתוך העיניים של הזולת העומד לצידם, לגעת, להיות שם, בעולם האמיתי, העובדתי.

על העובדות / *זלדה***

נַפְשִׁי אוֹמֶרֶת:
הָעֻבְדּוֹת מַסְתִּירוֹת אֶת הַיָּם.
חוּשַׁי אוֹמְרִים:
הָעֻבְדּוֹת אִי בָּאוֹקְיָנוֹס.
נַפְשִׁי אוֹמֶרֶת:
הָעֻבְדּוֹת חוֹמָה סְבִיב הָאֲנִי.
חוּשַׁי אוֹמְרִים:
הָעֻבְדּוֹת חַלּוֹן מוּאָר בַּחֹשֶׁךְ
צֹהַר לִפְנִימִיּוּתִי.
וּמֵאָז וּמֵעוֹלָם אוֹמֶרֶת הַתְּהוֹם:
הָעֻבְדּוֹת אַרְיֵה
שׁוֹאֵג בֶּחָלָל
קַיָּם
קַיָּם
קַיָּם
קַיָּם.

* הקיבוץ המאוחד, 1993
** שירי זלדה, הקיבוץ המאוחד, תשמ"ה, עמ' 226



הבלתי פוסקת - היא היא מהותם האמיתית של הדברים. אבל אולי אני טועה?

■ עמ' 146 - "אהובתי, הבטיחי לי שברגע זה את מורידה את אצבעותייך הענוגות מלוח המקשים - לקדם את שורות אהבתי על גבי מסך המחשב שלך. בואי והתמסרי למעשי אהבתנו הדיגיטלית —־ צוואר חש את קצב סיבובו של הדיסק...".

מה ה"רווח" במעשה האהבה עם המסך או דרך המסך? הנה מוצג כאן העולם התחלופי בקיצוניותו. אתה יכול פשוט לנהל את מסעותיך, את חייך ואת קשריך בלחיצה על מספר

פיידרוס – מוסכניק זן

אב טיפוס לבר־אוריין טכנולוגי

הערות בשולי ספרו הקלסי של רוברט פירסיג "זן ואמנות אחזקת האופנוע"



ד"ר עמיחי זילברמן

מתאים, לדעתי, שברקע הדיון על מהות החינוך הטכנולוגי שאנו שואפים אליו, נחזור ונעיין בספרו של פירסיג, **זן ואמנות אחזקת האופנוע*** (הוצאת זמורה־ביתן־מודן, 1974)**. **מתוך ספר עשיר ומגוון זה, בחרתי להדגים בעזרת עמודים ספורים (91-83) לאילו שיאים של חינוך טכנולוגי אפשר להגיע עם מה שאכנה להלן "מוסכניק זן".**

"מוסכניק זן"

"לא הכל מבינים עד כמה אחזקת האופנוע היא תהליך שכלי לגמרי; הם חושבים שזה ענין של 'תבונת כפיים או יחס למכונות'... אולם תבונת כפיים הוא תהליך שכלי כמעט טהור... אופנוע מתפקד בהתאמה גמורה עם חוקי השכל, ועיון באמנות אחזקת האופנוע הוא לאמיתו של דבר עיון זוטא באמנות השכלית עצמה".

פיידרוס (גיבור סיפורו של פירסיג) מאיר לנו כיצד ייתכן שאחזקת אופנוע היא תהליך שכלי ועוד כמעט טהור!

"החרסינה בתוך המצת הראשון היא כמעט שבורה" הוא אומר ..."פירוש הדבר הוא שהגליל מקבל יותר מדי דלק ולא די אויר".

זהו משפט, שכאשר המוסכניק הממוצע אומרו, אתה תוהה אם מקורו בהבנה כוללת יותר או שמא זה אינו אלא סתם משפט שהוא שמע לעתים מזומנות והוא חוזר עליו כמצוות אנשים מלומדה. אצל פיידרוס המצב ברור, אצלו ההבנה הרחבה היא שמאפשרת לו לומר את המשפט הזה. ראו איך הוא ממשיך:

"מולקולות הפחמן שבבנזין אינן מוצאות די חמצן להתרכב עמו והן פשוט יושבות להן כאן ומצטברות על המצת".

אך בכך לא די, פיידרוס מניח שאם יפעיל את זכרונו יוכל לאתר עוד התנהגויות סימפטומטיות של האופנוע שיעידו גם הן על אותה הבעיה.

"כשנכנסנו לעיר אתמול, לא הייתה פעולת־הסרק של המנוע קצובה

---

* זן – דרך בודהיסטית להשגת מימוש בלתי אמצעי של אמיתות בדבר קדושת החיים כשלעצמם, ותהליך התנסות בעל זמני, במוחלט כדבר שהוא בהישג ידו של כל אחד. לקריאה נוספת על זן ראה סוזוקי, פרום ודה מרטינו, זן בודהיזם ופסיכואנליזה, הוצאת א. רובינשטיין, Bancroft, 1975; **Zen: Direct Pointing to Reality**, Thanes and Hudson, 1979).

** ראה גם נעמה לב־ארי, עיונים 20.

כהילכתה, וזהו סמפטום לאותו דבר".

בהמשך, מדגים לנו פיידרוס המוסככניק הלך מחשבה לוגי שהמסוגל לה, מסוגל לעבודת מחקר מדעית, ומי שלא אומן לקראתה אינו יכול אפילו לתקן ביעילות אופנוע. במכוון מנסח אני זאת כך, כדי להמחיש עד כמה יכולים להיתפס כזהים עבודתו של המדען החוקר ומתחזק האופנוע, ולא מתוך זלזול בעבודתו של מתחזק האופנוע. וכך ממשיך פיידרוס לדבר בינו לבין עצמו:

"אני בודק גם את הגליל השני, פשוט כדי לראות אם רק הגליל הראשון הוא המקבל תערובת עשירה. מסתבר ששניהם במצב דומה. אני שולף אולר מכיסי, תופס מקל המושלך בצידי הדרך ומחדד את קצהו כדי לנקות בו את המצתים, כשאני תוהה מה עשויה להיות הסיבה לתערובת העשירה. לכך אין כל קשר עם הטלטלים או השסתומים; וכיוונונם של מאיידים נפגם רק לעתים נדירות. הנחירים הראשיים אמנם גדולים מהרגיל, והדבר גורם לתערובת עשירה במהירויות גבוהות, אך המצתים היו קודם לכן נקיים הרבה יותר עם אותם הנחירים. תעלומה; אתה תמיד מוקף בשכמותן. אולם אם תנסה לפתור את כולן, לא תסיים לעולם את תיקון רכבך. כרגע איני מוצא כל תשובה מיידית, לכן משאיר אני את השאלה בצריך עיון."

כדי להבין עד כמה רחוק החינוך המקצועי־טכנולוגי שלנו כיום מזה של פיידרוס, כדאי להתעכב מעט על המדיד ותהליך הכיוונון. בהתכוונו למדיד הוא משייכו לקטגוריה כלשהי, יש לו, למכשיר פשוט זה כתובת:

"בן הוא למערכת הנקראת "מכשורי מדידה מדויקים" שיש לה משמעות עמוקה מבחינה קלסית".

כמה הערכה וחום מושקעים במילים צפויות ופשוטות אלה של פיידרוס. תהליך הכיוונון והשימוש במדיד הם כעין טקס פולחני:

מרגיש תמיד כאילו נמצא אני (פיידרוס) בכנסיה בעשותי זאת ...המדיד הוא מעין איקונין ואני מוציא לפועל טקס דתי באמצעותו".

בל נתעה לחשוב שמדובר בפולחן דתי במובננו הפשוט והשגור אצלנו. פיידרוס ממהר להסביר:

"הדיוק הזה נשמר באופנוע לא מסיבות רומנטיות* כלשהן או מסיבות של רדיפת שלמות... אין בנמצא שום חלק אופנוע שמעוצב באופן מושלם, ולעולם לא יהא; אולם אם מתקרב אתה לדיוק שמכשירים אלה מאפשרים לך קורים דברים נפלאים ואתה טס במרחבי השדות מונע בעוצמה שבוודאי נחשבת היתה לפרי כישוף..."

החלופה לדברים הנפלאים האלה תתרחש באופן **ישיר** ומנובא מאי כיוונון, כפי שפיידרוס מלמדנו בעמ' 83. הזנחת הכיוונון תגרור קריעת הטלטל מחיבורו, הטחתו אל תוך גל־הארכובה, הריסת המנוע, ולעיתים אף קדיחת חור מבעד לקרקעית בית המנוע ושפיכת כל השמן על הכביש. פיידרוס, בגישתו ההוליסטית, בהביטו במכשיר כלשהו בחברתנו אינו רואה מה שג'ון (חברו למסע האופנועים) רואה. **"ג'ון מביט על האופנוע ורואה פלדה מעוצבת בצורות שונות** (הדגשה שלי). והאם לא לכך הורגלנו רובנו? לעומתו פיידרוס **"מביט עתה בצורות הפלדה ורואה רעיונות** (הדגשה במקור). **הוא** (ג'ון) **חושב שאני** (פיידרוס) **עובד על חלקים** (פיידרוס כזכור עסוק בכיוונון עם המדיד); **אולם אני** (פיידרוס) **עובד על מושגים"** (הדגשה במקור).

יכולתי להמשיך ולהביא קטעים רבים מספור שהרי הספר זרוע אותם לכל אורכו, אחתום קטע זה בדבריו של פיידרוס המשקפים את עמדתו בעניין זה:

הצופה הלא־מנוסה יראה מול עיניו רק עבודה גופנית ולעתים קרובות יחשוב, שעבודה כזו היא עיקר מלאכתו של המכונאי. למעשה, העבודה הגופנית היא החלק הקטן ביותר והקל ביותר במה שעושה המכונאי. אין ספק שהחלק הגדול ביותר בעבודתו הוא התבוננות זהירה וחשיבה מדויקת. זו הסיבה מדוע נראים המכונאים לפעמים כה שתקנים ושקועים בבצעם בדיקות ומבחנים. אין הם אוהבים שתדבר אליהם באותו רגע, שכן מרוכזים הם בדימויים מחשבתיים. בהייראכיות, ולמעשה אינם מתבוננים כלל עליך או על האופנוע הגשמי. הם משתמשים בניסוי כחלק מתוכנית כוללת להרחבת ההיראכיה של ידיעתם על האופנוע הלקוי ולהשוואתה אל ההיראכיה הנכונה שבמוחם; הם מתבוננים בצורה העומדת בתשתית.

כמה הערות בשולי הדברים

(־) פיידרוס, כמוסככניק־זן (אגב, בסיפור הוא כתב טכני ואחזקת האופנוע בשבילו הוא תחביב בלבד) הוא אב טיפוס לבן המזרח הרחוק ולא לבן התרבות המערבית. כידוע, במערב יותר מבכל מקום אחר התחוללה המהפכה התעשייתית והמדעית המודרנית והיא היא שחוללה את התמורות החברתיות שבתוכה ולאורה גם אנחנו חיים כיום. עלינו להבין שמהפכה זו תבעה מאיתנו התמחות וזו האחרונה דרשה פיצול. התמחות ופיצול אינם רק מושגים טכניים, אלו באים לשקף תפיסת מרקם החיים בכללותו, ומרכיב ראשי בתודעת הציביליזציה שלנו.

מסיבות, שאפשר שהמערב יפרש כהיסטוריות, תרבות המזרח הרחוק

* השימוש במילה רומנטי בספר זה מורכב והוא יכול להזין הרבה יותר מכתבה אחת. בקצרה נגיד כך: **הבנה רומנטית** מנוגדת אצל פיידרוס **להבנה קלסית** זו האחרונה רואה את העולם בראש ובראשונה כצורה עצמה העומדת בתשתיתו, לעומתה הבנה רומנטית רואה אותו בראש ובראשונה מבחינת מראיתו הבלתי אמצעית – למען הקיצור, ועדיין בקירוב סביר, נגיד שהבנת קלסית ורומנטית הן התבונות אובייקטיבית וסובייקטיבית בהתאמה. המובאות הובאו בשלמותן מתוך שלא הרשיתי לעצמי לקצצן, וכן לאפשר לקורא להשתתף בניתוח בגישה.



יצרה ושימרה (במידה ידועה) גישות הוליסטיות יותר לטבע, לטבע האדם ועוד. על־פי תפיסתם של בני תרבות המערב ברור מאליו שעבודה מקצועית־טכנולוגית אם עליה לעמוד באבני בוחן של יעילות כלכלית, עליה להתפצל ולהיעשות על ידי מומחים. מקובלת עלינו, למשל, החלוקה לטכנאי, הנדסאי, מהנדס, ובהנדסה למשל, מהנדס־חוקר, מהנדס ביצוע ועוד, וכך הלאה והלאה.

זאת ועוד, מקובל עלינו שהמהנדס, יקר יותר למעבידו ושהוא יהיה בעל "ראש גדול", ואילו הטכנאי - יחסית בעל "ראש קטן" - יבצע את מה שיורה לו המהנדס.

עם הזמן, תהליך ההתמחות והפיצול הלך והתחזק וכיום רבים הם הטוענים שהוא גרם, בצד ההתייעלות שהביאה לשפע חומרי מרובה לחלקים לא מבוטלים של חברתנו, גם לניכור, התרחקות, דיכוי הדמיון והיצירתיות, שעמום בעבודות, ניצול חלק קטן של הפוטנציאל האנושי, הפיכת האדם לברבר מודרני, ואדם חד ממדי עד כדי א־הומניות.

מקובל במחוזותינו שכך הם פני הדברים ומרביתנו לא חושבים שיש להתמחות לפיצול חלופה כלל.

תרבות המזרח הרחוק מציגה בעניין זה אידיאולוגיה חלופית, ראו, למשל, איך פיידרוס רואה את הכיוונון עם מדיד, אפילו שהוא עשהו פעמים אין ספור.

ביצעתי כיוונון־מנוע באופנוע הזה פעמים כה רבות, עד כי הדבר שגור לי כסדריו של טקס. איני צריך עוד לחשוב הרבה כיצד לעשות זאת. בעיקר משתדל אני להבחין במשהו החורג מן הרגיל. המנוע התחיל לאחרונה להשמיע רעש העשוי ללמד על נדנוד רופף, אך יתכן שזה משהו גרוע יותר; לכן אני מתעתד לכוונן זאת עכשיו ולראות אם הרעש ייעלם. את כיוונון הנדנודים יש לעשות כשהמכונה קרה, ופירוש הדבר הוא, שהמקום שבו החנית את הרכב בערב הוא המקום שבו תעבוד עליו בבוקר המחרת - וזו הסיבה שנמצא אני על מדרכה מוצלת באחורי בית־המלון במיילס סיטי שבמונטנה. כרגע קריר בצל וכך יוסיף להיות עוד כשעה, עד שתתגלה השמש מעבר לענפי העצים; ומזג־אוויר כזה הוא טוב בשעת עבודה על אופנועים. חשוב הדבר שלא לכוונן את כלי־הרכב האלה במקום גלוי לשמש או בשעת יום מאוחרת, כאשר מוחך כבר קהה, שכן אף אם עשית כבר את העבודה הזו מאה פעמים, עליך להיות עירני ודרוך לקראת דברים חדשים.

וכאשר כך הוא החינוך המקצועי־טכנולוגי וזוהי התרבות, אפשר להבין את סיפורו של שינטארו אישי הארה (**"יפן ראשונה בן שנים" או יפן שמסוגלת להגיד גם לא"**, 1991 הוצאת מטר עמ' 44־45), על עובדת צעירה מן השורה ותרומתה המהותית לעבודת המפעל כולו שבו היא עובדת.

הסיפור נסב על עובדת מסורה במפעל המוליכים־למחצה קומאמוטו, השייך לחברת NEC. מסיבה כלשהי, היתה כמות השבבים הלקויים במפעל זה גבוהה בהרבה מזו שבכל מפעל אחר של NEC. מנהל המפעל והעובדים נפגשו מדי יום ביומו וניסו להתגבר על הבעיה. הם נקטו כל מיני פעולות לתיקון המצב וניסו פתרונות חדשניים, אך ללא הועיל; לא עלה בידם להקטין את אחוז השבבים הלקויים מתחת לנקודה מסוימת. כולם תהו מדוע דווקא מפעל קומאמוטו אינו יכול להגיע לנורמות המקובלות בכל החברה. יום אחד הלכה גיבורת הסיפור שלנו לעבודה, ונעצרה במעבר חצייה של רכבת, ליד המפעל, בשעה שרכבת משא ארוכה חלפה במקום. כשהקרונות הכבדים עברו לפניה חשה שהקרקע רועדת תחת רגליה, ולפתע עלה בדעתה שייתכן כי הרטט הזה הוא הגורם לליקויים בשבבים. לאחר מכן, כשהיתה בעבודה, לא הרגישה שום רטט, אבל אף־על־פי־כן סיפרה על הרטט למנהל העבודה שלה, מתוך מחשבה שאולי המכשירים המדויקים מושפעים ממנו. זמן קצר לאחר־מכן הורה מנהל המפעל לחפור תעלה עמוקה לכל אורך הקיר של המפעל הפונה אל המסילה ולמלא אותה במים. בינגו! המחסום דמוי החפיר ספג את הרטט ושיעור השבבים הפגומים ירד פלאים. העובדת היתה בת 18 בלבד, אבל היא היתה גאה בעבודתה וב־NEC. היה אכפת לה עד כדי כך שחשבה על בעיות החברה גם בזמנה החופשי.

אינני מטיף לישום בלתי מבוקר ובוודאי לא עיוור של אידאולוגיות פילוסופיות שהתפתחו בתרבות המזרח הרחוק. כצפוי, הדברים מורכבים הרבה יותר. אינני נכנס במאמר זה לשאלות רבות, למשל מקומו של הפרט במסגרת החינוכית של המזרח הרחוק. לעתים נראה מנקודת תצפיתנו שמסגרתם נוקשה, בלתי מתפשרת, וגורמת ליחיד בה להיות מדוכא. אבל יש הטוענים שתרבות זו כשהיא בשיאה, מיטיבה ללמד ולגלות ליחיד את המזוכך ביותר שבו.

עסקתי בקצרה רק באספקט אחד מתוך המכלול - גישתו ההוליסטית של פיידרוס "המוסכניק" למכשיר, לתיקון ולאחזקת האופנוע וההשלכות שיש לכך על ניסוח "אני מאמין" לחינוך מקצועי־טכנולוגי אינטגרטיבי, אני מאמין לחינוך שמרחיב את אופקיו של המתחנך, מפתח את ההגיון שלו, מעודדו להשתמש גם בשיטת חקר ושיפוט, מאמנו לראות בעבודה שלכאורה נראית חד־גונית, ולפיכך משעממת ומנוונת, עבודה שיש בה התחדשות, ולפיכך דורשת מבעליה **דריכות** ויכולת אבחנה, כך שהחדש יתחוור לו.

לבסוף, לנסח אני מאמין שיעצבו **כבר־אוריין טכנולוגי**, שיוכל לטפל בשגרתי ובחדש מתוך ראיית התמונה הכוללת והבנת הכוחות היותר עמוקים המדעיים, הטכניים והחברתיים.



ספרות גברים

מהפולחנים הפרימיטיביים ועד עידן הטכנולוגיה

דורית זילברמן

הארגון הדני לשימור הגבר טוען, כי לא די לשמור על זכויות הגבר, המתחיל להיחשב בדנמרק מיעוט רגשי ומשפטי מקופח, אלא גם על תדמית הגבר. לא רק שהגבר היה שם למכונה לעשיית זרע ותשלומי מזונות עבור ילדיו הביולוגיים, אלא שהנשים מציבות דרישות כאלה שאין הגבר יכול לעמוד בהם. לפי הנשים הדניות, על הגברים להיות פמיניסטים, על כל מה שהמושג הזה כולל בהגדרותיו השונות. אסור לו לשמור על כל מה שהמושג מאצ'ואיזם כולל, וכך עליו לאבד לגמרי את הדימוי הגברי שלו אם בכוונתו לשאת חן או לעמוד בתנאים שמציבות הנשים. גם בארץ הוקם ארגון למען זכויות הגבר, המטפל בקיפוחים המשפטיים ובמקרי "גניבת זרע". בשלב הבא ודאי יתארגנו אנשי רוח מקרב הגברים (במקומות שבהם הנשים חזקות מאוד) ויתגדרו בתוך ארגונים, ערבי־תרבות והגדרות רוחניות המשמרות את האופי הפלורליסטי של הגבר.

ספרות עוסקת במצב האדם. יכולת ההזדהות שניחנו בה בני־אדם



מאפשרת להם להבין עולמות רגשיים שלא חוו. מבחינה זו אין קשר למינו של הכותב. בעיית המין בכתיבה הספרותית היא שולית, ייאמר כאן מיד, ויש לשים אליה לב רק במובן זה שבירור רציני, ולא הסטריאוטיפי, של מאפייני המינים יתרום להבחנות דקות יותר. מעולם לא דיווחו נשים כבמחצית המאה האחרונה על תהליכי ההולדה ועל תחושות גופניות וחברתיות, שהן מכירות טוב יותר מכל סופר שניסה לתאר אותן. כך הגברים יכולים לדווח מבפנים על תהליכי הזיקפה ויצירת הזרע ועל תהליכים חברתיים שהם מעורבים בהם טוב מנשים. כמו הצייד והמלחמה על טריטוריה דרך יישומים של הידע המדעי בחיים בכלל וגם בטקסטים ספרותיים.

במונח "ספרות גברים" אני מתכוונת לספרות הפראדיגמטית ביותר, המובהקת ביותר, החל מ**בעל הזבוב** של ויליאם גולדינג ועד סידרת סרטי **שליחות קטלנית** השייכת למדע הבדיוני. (אבל גם **רובינזון קרוזו** של דניאל דיפו, **אי המטמון** של רוברט לואיס סטיבנסון, **טרזן מלך הקופים** של בוראוס אדגר ריס ובמידה מסויימת גם **חוות החיות** של ג'ורג' אורוול). ספרות זו עוסקת בתהליכים חברתיים כמו צייד ומלחמה על טריטוריה ועל הירארכיה, ובאה לידי ביטוי בספרות המודרנית דרך יישומים של הידע המדעי, היינו הטכנולוגיה. מהפולחנים הפרימיטיביים פאגאניים הקשורים בכוח ובשליטה בתוך חברה גברית טהורה, דרך שימוש במידע הנצבר לגבי תופעות בטבע לצרכים חברתיים מסויימים, ותוך שימוש רב מעוף במדע המחשב. **בעל זבוב** הוא ספרות גברית מובהקת, מפני שהוא עוסק בחבורה של נערים-זכרים בגיל ההתבגרות, הוא הגיל שבו אדם נענה לזהות המינית שלו מתוך בחירה ומודעות. חברה גברית עסוקה (על-פי מחקרים סוציולוגיים) חלק גדול מזמנה בקביעת הכללים למשחקים. במחנה של ה"טובים" עומד מנהיג המנסה להשליט את הכללים לקבלת החלטות, לענישה, לקיום חיים חברתיים תקינים. במחנה של ה"רעים" עומד מנהיג לוחם המשליט את רצונותיו, רצונות יחיד - בכוח. הפולחנים שהוא מוביל את חבריו אליהם מובילים לרצח. ישנה התמודדות המתאימה גם היא לראשית קביעת הזהות והזהות המינית: האם לקיים את המצב האזרחי שמאז האמנה החברתית של רוסו, או לחזור אל המצב הטבעי, נוסח כל דאלים גבר. חברות זכריות (על-פי מחקריו של האנתרופולוג רוברט ארדרי) עסוקות במלחמה על טריטוריה ובמלחמה על הירארכיה מעמדית. וזאת, בלי כל קשר לנקבות, קשר שקשר פרויד על-פי האילוץ המיני. הטעות של פרויד היתה, שבדק את התנהגות בעלי-החיים בגני-חיות של וינה, כשנושא כמו טריטוריה היה מוגבל. בשטחי הפרא, באפריקה, נמצאו בעלי-החיים הזכריים, כשהם קובעים קביעות חברתיות על-פי האילוץ הטריטוריאלי וזאת לפני בואן של הנקבות ולפני תקופת הרביה.

בספרות הישראלית ניתן להביא שתי דוגמאות מובהקות: **טיסת מכשירים** של אמנון נבות ו**עקוד** של אלברט סוויסה. ושוב, כמו בטיפול ב**בעל זבוב** – במנותק מרמות נוספות המתפקדות בסדר הירארכי כזה או אחר בתוך היצירה, במנותק גם מכל ערך שיפוטי ומכל ניסיון לערוך השוואה של טיב ואיכות, אלא אך ורק כדי לחתוך פרוסה אחת מתוך העוגה השלמה, ניתן למצוא קווים צורניים עלילתיים דומים, המטפלים בהתבגרותם של נערים, כשהם בינם לבין עצמם, לא בחברה מעורבת, מה הם עושים ואיך הם בונים בין-היתר את הזהות המינית הגברית שלהם. במקום אי בודד, אצל שני הסופרים הישראלים מדובר ברקע של מעברה, שבו הנערים עזובים לנפשם רוב היום, כי בבית צפוף וההורים עובדים רוב הזמן. הנערים מקימים להם חברה משלהם. הם חוזרים למצב הפראי ואם קם להם גיבור טוב הוא מתפקד כמו האציל הפרא של רוסו. אצל נבות, הדימוי המרכזי היא ההירארכיה הרומית ואצל סוויסה – ההירארכיה המיקראית של תקופת המלכים. בכל היצירות הללו מדובר במלחמה על טריטוריה ועל מנהיגות ומעמדות. הגישה היא כוחנית, והשאיפה היא לעוצמה הן במובן של שלטון והן במובן של יכולת ביצוע.

השפה הטכנולוגית והנטייה לשלב את הטכנולוגיה בספרות גם היא נטייה הבאה לידי ביטוי מובהק ביצירות שנוצרו על-ידי גברים. שפה זו מוצאת לה ביטוי רב בז'אנר המדע הבדיוני. בסרט **שליחות קטלנית** (ג'יימס קמרון וויליאם וישר) מגיעים לעולם האנושי יצורים מהעתיד: הם ממוחשבים. המוח שלהם מוגבל אמנם אבל ככל שיימצאו יותר בחברת בני-אדם יאפשר להם מוחם הממוחשב לחקות את ההתנהגות האנושית. גם כאן יש טובים ויש רעים. שניהם כאחד נחשבים "מחסלים", אבל מטרת הטובים להגן על אנשים מסויימים ומטרת הרעים

---

* מתוך מאזנים, כרך ס"ח, גליון מס' 6, ניסן תשנ"ד



להשמידם. דמות הגבר־הרובוט דומה דמיון רב לדמות האציל הפרא: גופם בנוי לתלפיות ואין הם מודעים לרגשות של בני־האדם. למשל, אין הם מבינים מהם המים היורדים לאנשים מהעיניים. מוחם קולט אינפורמציה על צג מחשב. הם סורקים גוף של אדם שנמצא מולם. המחשב מצלם עבורם תמונה ומנפק נתונים כתובים. המחסל מגיע לעולם עירום. הוא נכנס לבר ובוחר אדם מתאים בערך בגודלו, ניגש אליו ואומר: "אני צריך את הבגדים, האקדח והאופנוע שלך". האיש בחליפת עור שחורה, הנחשב בריון מסוכן בקרב בני־האדם, עונה לו בטון ארסי: "שכחת להגיד 'בבבקשה'". המחסל־הטוב לא יודע מה המשמעות של נימוס ושל רכוש פרטי. כמובן שכוחותיו העל־אנושיים מסייעים לו להגשים את מטרותיו. גופו העירום בנוי לתלפיות (שוורצנגר) ומוחו, הנקי משיקולים רגשיים, יודע לברור את האינטרס המרכזי והנכון ביותר הקשור בהגנת הנער שעליו הוא צריך לשמור. גם האשה, המופיעה בסרט, מתוארת כקשוחה, מתוכננת, מגדלת את בנה להיות מנהיג בלי רוך, בלי מגע, בלי אמפטיה וחמלה. היא חסינה לכל התרופות שדוחסים בה כשחושבים שאין היא שפויה, והיא רואה את העתיד על אף שהיא יצור אנושי ולא יציר טכנולוגי. היא אשה שגבר בגד בה ונטש אותה אחרי שעשה לה ילד, ומכל הגברים שהכירה היא חשה שהמחסל הוא דמות האב הטובה ביותר שהיא יכולה לקוות לו עבור בנה: משום שהוא חסר רגשות בתחילה ואחר־כך אמיץ למרות ובגלל שהוא קולט את הקודים התרבותיים; הוא מספק הגנה וביטחון מושלמים ועל כן הוא האב האידאלי, והוא ניחן בתבונה ממוחשבת עילאית, הפועלת בערוץ נפרד ונבדל מהערוץ הרגשי.

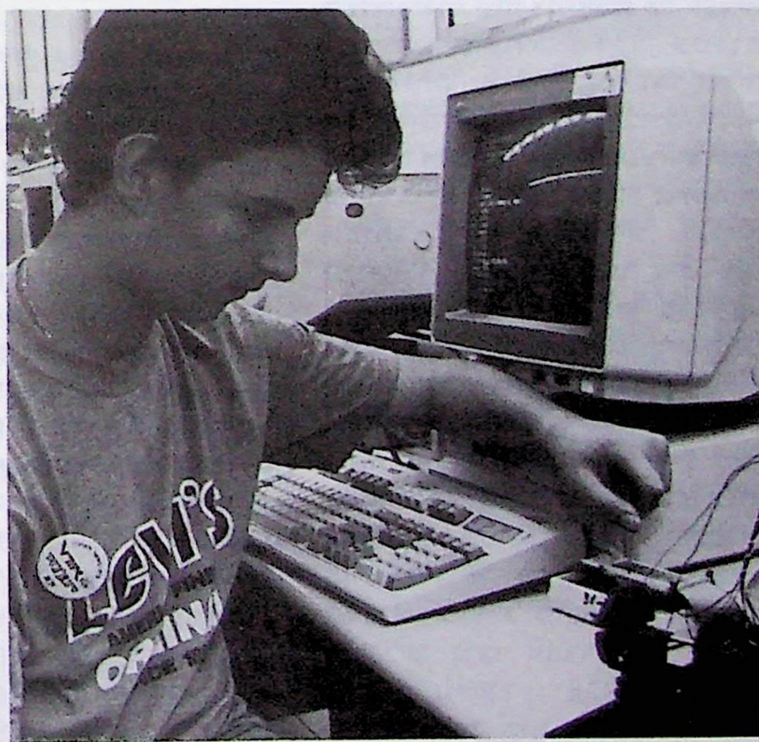
הספרות נפגשת עם עולם הטכנולוגיה או במירבץ הדימויים העשיר שזו האחרונה יכולה לספק לראשונה, או באופן מעשי במעבר לכתיבה על מחשבים. כבר פותחו תוכנות מחשב לעזרת ההוצאות לאור המטפלות בסוגיה של תמלוגי הסופרים. הסופרים (נשים וגברים) פוגשים במחשב ברמת השימוש בתוכנת מעבד התמלילים. הרוב משתמשים במחשב כפי שמשתמשים במקרר לשם קירור המזון. מעטים משקיעים זמנם בלימוד עקרונות המנוע של המקרר ובנסיונות לשכללו. בכל מקום, יישום הידע הטכנולוגי בתחום הספרות הוא מוגבל. שלא כמו בפריצה אל מקורות מידע אחרים, כאן אין להרוויח דבר. קשה לי לדמיין פריצה אל המחשבים של א.ב. יהושע או של עמליה כהנא כרמון לשם גניבת רעיונות. גם אין צורך, כי הם מלמדים בסדנאות את כל הדרכים הטכניות שהם יכולים להעניק לכל מאן דבעי. ואם אתה קולט־דגמים־מקצועי כמו דויד גרוסמן אתה יכול לייצר דיגומים פארודיים מתוך עצמך ואין צורך להשקיע במאמץ הטכנולוגי.

דוד אבידן חלם פעם בקול רם בהרצאה שלו על מחשב שיקלוט את תדרי המוח שלו ויתרגם את מחשבותיו הטרום־מילוליות ליצירה ספרותית. חלום זה לא יקר ולא דורש הרבה ידע טכנולוגי. החידוש הטכנולוגי הקרוב לכך ביותר הוא חידוש שחברת י.ב.מ עומדת להציג בקרוב: תוכנה שקולטת את הדיבור שלך. טוב למנהלים שלא מסתדרים עם מזכיר ממין אנושי וטוב לסופרים. התוכנה, בעלת אוצר מלים של 32,000 מלים, קולטת 70 מלים בדקה. זה עדיין לא בקצב שאבידן חולם עליו, אבל מעביר אותנו בהחלט בבת־אחת אלפי שנים אחורנית לעידן התרבות הוורבלית, בטרם היות הכתב. בהמשך גם לא יהיו ספרים. ספרים ישמשו מכשירים לשמירה על דלתות שלא ייטרקו, להגבהה ותמיכה של חפצים, ספרים בעלי כריכה רכה יוכלו לשמש תחליף למניפות בקיץ. התוכנה חדשה של י.ב.מ. תהיה יעילה ביותר לסופרים כמו עמוס עוז, שעד היום לא עברו להקלדה על מחשב, ולו במיוחד על שום שהוא מעיד על עצמו שהוא מדבר את הטקסטים שלו בקול רם. לדיבור אל המחשב יהיו יתרונות כמו שמירת האמינות של השפה, התייחסות לקצב ולצליל של המלים, והעיקר, הסופר יחזור להיות מכשף השבט, רק במקום לספר את הסיפור שלו בלילה סביב המדורה הוא יספר אותו במטבח סביב המיקרוגל.

הנה הזכרתי שתי דוגמאות של יוצרים גברים, שאחד מגלה נטיות טכנולוגיות או מפגין כמיהה זכרית אל יישומי המדע על היצירה והשני מתעלם ממנה או פוחד ממנה או כמה כמיהות אחרות לגמרי, כל זאת תחת הכותרת ספרות גברים. למרות הניסיון, המגשש כאן גישושים ראשוניים על בסיס ביולוגי ואנתרופולוגי להגדרות מובהקות של ספרות גברים או כתיבה גברית, באים השילובים האדרוגניים. כשם שאני רואה בנשים־יוצרות העסוקות כיום, בתקופה הפוסט־פמיניסטית, אך ורק באלמנטים נשיים, כותבות מוגבלות, כך אני רואה גם בגברים היוצרים יצירות גבריות מובהקות, כותבים מוגבלים. וכבר אמרה ויג'יניה וולף ("חדר משלך"; 1928) שהנפש האנדרוגינית היא הנפש המפותחת ביותר.

טכנולוגיה ומדע בחטיבת הביניים

סביבה לימודית להוראת טכנולוגיה, אווירה ועיצובים לשיפור יכולת הריכוז והלמידה



מרכיבים ומפרקים מנגנונים ומערכות טכנולוגיות



לא, זה לא משחק... סביבה לפתרון בעיות

באורט סינגלובסקי

בשנת הלימודים תשנ"ה נפתחה חטיבת ביניים בתיכון הטכנולוגי אורט ע"ש סינגלובסקי

במחצית שנת הלימודים הופעלה המעבדה הראשונה במרכז הטכנולוגי ההולך ומוקם בחטיבת הביניים הזאת, ובמרכזה מערכות טכנולוגיות ממוחשבות.

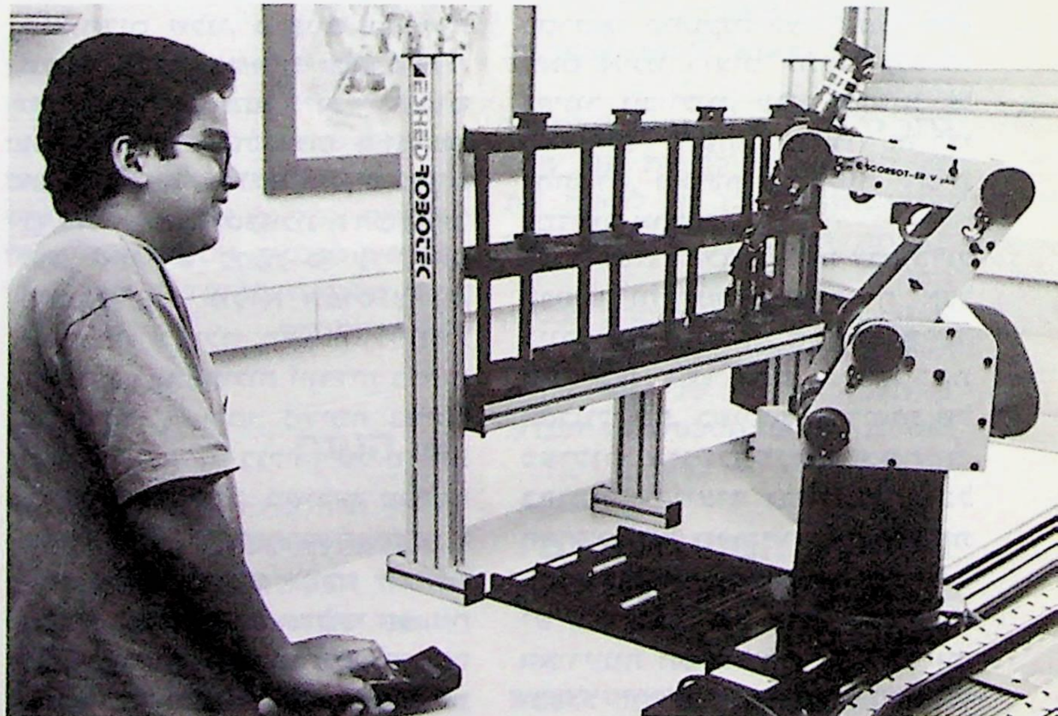
המעבדה היא רב־מוקדית ומעמידה לרשות התלמידים מגוון עשיר של התנסויות בטכנולוגיה עתירת מדע. למורה מעמידה התפיסה הפדגוגית הבאה כאן לידי ביטוי אתגר מלהיב ומרענן.

בתכנון המעבדה הושם דגש מיוחד על הרמה האסתטית של הסביבה הלימודית.

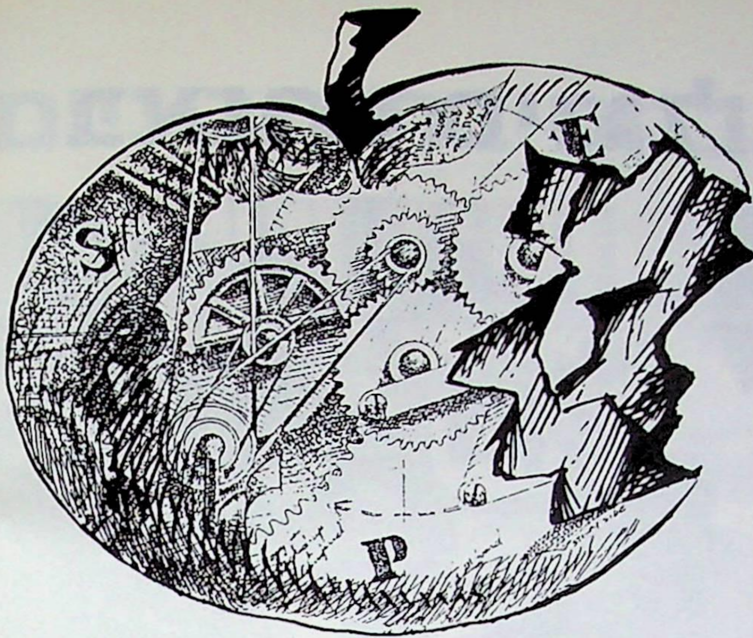
בשלב הבא תוקם מעבדת חומרים ואנרגיה ומרכז הכובד הלימודי והחינוכי שלה יהיה נושא התיכון. בשלב זה הונח היסוד ל־ 13 מעבדות בחטיבות הביניים השונות של אורט ואלו יעמידו את הגרעין להקמת מרכזים לטכנולוגיה ומדע.



שולטים במצב... עיבוד חומרים מתקדם מבוקר מחשב



סימולציה לסביבה תעשייתית, מערכת CIM ניסיונית



צבי אילן, בני אילן

מתווה מתודולוגי למערכת ההדרכה להוראת הטכנולוגיה - בחטיבות הביניים

על מטרת הפרוייקט

טכנולוגיה היא עניין עתיק יומין. תחילתה כאשר המציא ויצר האדם את הכלים והאמצעים הראשונים שעיצבו את קיומו ואת סביבתו, וסופה מי ישורנו. למעשה אפשר כיום למצוא, בד בבד, על פני כדור הארץ - ומחוצה לו - כמעט את כל רמות הטכנולוגיה מראשית התפתחותה ועד היום: מן הפרימיטיבי ביותר, ביערות העד ובפינות עולם נידחות ועד לסביבות החיים המתקדמות והמשוכללות ביותר במעצמות הטכנולוגיות, ובטיסות החלל.

הספקטרום הטכנולוגי רחב מאוד. כל פרט, חברה ומדינה תופסות בו מקום כלשהו - מן "הנחשלות" ועד ל"מתקדמות". המפותחות שבחברות ובמדינות מצויות בחזית של הקדמה הטכנולוגית ותורמות, כל אחת לפי מידתה, לחדשנות ולפריצות דרך. הן מתמודדות "בליגה הראשונה" תוך השקעת מאמצים ומשאבים רבים במחקר ראשוני ובפיתוחים מקוריים. רכישת טכנולוגיות "מיד שנייה", לא הביאה שום מדינה לחזית הקדמה הטכנולוגית.

יהיה זה מחוץ למסגרת מאמר זה, להגדיר את מקומה של מדינת ישראל בסולם הטכנולוגי העולמי - ולו משום ייחודה, מורכבותה ונפתוליה של המערכת החברתית והטכנולוגית של המדינה. ואולם בלי ספק רווחתנו, ואולי עצם קיומנו, בתנאים המיוחדים שלנו, מותנים בתפיסת מקום גבוה בסולם הטכנולוגי העולמי, אנו חייבים, יכולים ומסוגלים לעשות זאת - ובכמה תחומים כבר הצלחנו לתפוס מקום בחזית הקדמה הטכנולוגית העולמית. ועם זאת, יש לדעת כי עדיין לא מימשנו את מלוא הפוטנציאל, ומעמדנו בעולם הטכנולוגי נזיל ביותר. מדינות עולות ויורדות בדירוג הטכנולוגי העולמי. מדינות במזרח הולכות ודוחקות רגליהן של מדינות מן המערב, ואלה משיבות מלחמה במלוא כוחן. וכל התחרות הזאת שבין המדינות מתקיימת לנוכח ההאצה אדירת הממדים של תהליכי הפיתוח הטכנולוגיים המאפיינים את המאה ה־20, וודאי את המאה העומדת בפתח. יש ומערכות טכנולוגיות מתיישנות כבר כעבור שבועות ספורים, ואולי בעודן על שולחן הסרטוט. המסקנה העולה מכך היא שאם איננו רוצים להיות בנסיגה בפיגור טכנולוגי, עלינו לעשות כל מאמץ כדי להשתתף במירוץ זה כדי להתקדם, ולפחות לא לסגת יחסית למדינות אחרות.

בעבר, נשאה שכבה עילית צרה בדגל הפיתוח והקדמה הטכנולוגית. אבל כיום, עקב השינויים החברתיים, העמקת והרחבת המערכות הטכנולוגיות, בשיטות החדישות של פעילות אינטגרטיבית במחקר, בפיתוח, בייצור ובשיווק, ובכל הדרגים של הפירמידה החברתית והארגונית - ממנהלים ועד עובדים - יש חשיבות מיוחדת להעמקת האוריינות הטכנולוגית בכל הרמות, ובכלל זה בחטיבות הביניים. יש לראות באוריינות הטכנולוגית כלי

יש חשיבות מיוחדת להעמקת האוריינות הטכנולוגית בכל הרמות, ובכלל זה בחטיבות הביניים. יש לראות באוריינות הטכנולוגית כלי חינוכי־לימודי הפותח ומרחיב אופקים, מקנה הרגלי חשיבה חדשים, ומכשיר עתודה טכנולוגית מדעית עמוקת רבדים לפיתוח המשק הישראלי.

חינוכי־לימודי הפותח ומרחיב אופקים, מקנה הרגלי חשיבה חדשים, ומכשיר עתודה טכנולוגית מדעית עמוקת רבדים לפיתוח המשק הישראלי.

משימה זו דורשת גיבוש מחדש של גישה מתודולוגית ותוכנית של הוראת הטכנולוגיה והמדע. נציג כאן כמה בעיות ופתרונותיהן במסגרת מתווה למסגרת חדשה של לימודי הטכנולוגיה והמדע בחטיבות הביניים בישראל.

המטרות החינוכיות של התוכנית הוגדרו **כהקניית יכולת לימוד, יצירתיות ופיתוח עצמאי מתוך ראייה של חינוך של "מפתחי טכנולוגיה"** ולא רק "משתמשי טכנולוגיה". השגתן של מטרות אלו מותנית הן בפיתוח חומרי לימוד ועזרים מתאימים והן בשיטת ההוראה עצמה, שצריכה לאפשר לתלמידים לימוד בהדרכה שיטתית יחד עם פיתוח מאמץ עצמאי הן ברכישת ידע וכלים והן ביישומם.

מערכות הלימוד יהיו בעלות שני מרכיבים, תוך שילוב הדוק ביניהן:

א. מערכת לימוד והדרכה שתינתן על־ידי חבר המורים.

ב. מערכת ללימוד ופיתוח עצמי של התלמידים.

ברור כי רק הדרכתו, מאמציו ויזמתו של המורה יפעילו את שני סוגי המערכות. על כן יש לראות את הצלחת התוכנית מותנית בשני גורמים:

א. יצירת כל חומרי הלימוד, הכלים, העזרים והמתקנים הדרושים.

ב. הכנה והדרכה של צוות מורים מתאים להוראת הטכנולוגיה והמדע.

המתווים המתודולוגיים והתוכניים להדרכת המורים

בלב התוכנית עומד **המורה** כמבצע העיקרי.

הנחותינו לגבי אוכלוסיית המורים היו:

א. מוכנות בלתי מספקת לטיפול בכלל מטרותיה של התוכנית.

ב. הרגלי הוראה שגרתיים שאינם תואמים את דרישות המקצוע החדש.

ג. היעדר כלים ועזרים הדרושים להוראת הטכנולוגיה והמדע.

כדי להכשיר את המורים להוראת הטכנולוגיה והמדע בחט"ב יש לפעול בחמישה מישורים. מהם מישורים מקובלים בכל מערך הכנה להוראה ולהדרכה, ומהם מישורים שיש להוסיפם בשל התכונות והדרישות המיוחדות של פרוייקט זה.

יש להבחין בין מישורים המשמשים מטרייה להעברה ישירה של התוכנית לתלמידים, לבין מישורים אחרים, הנקלטים בעיקר ע"י המורים ואינם מועברים פורמלית לתלמידים, אך תומכים אינטגרלית בכל מערך של הוראת הטכנולוגיה והמדע. דווקא אלה הם מישורי המפתח, החייבים להיטמע באישיות המורה, כדי שיהיה מוכשר למילוי חלקו בדרישות התוכנית.

הטבלה בעמ' 40 מרכזת את המישורים האלה ואופיים, סימון X מציין קשר רלוונטי.

נתאר עתה מישורים אלה, מנקודת הראות של פיתוח והדרכת המורה והקנייה של הכלים הראויים להוראת הטכנולוגיה והמדע. ממילא מקיפים נושאים אלה גם את החומרים שיש להעביר לתלמיד, אם בהוראה ישירה ואם כהכוונה ללימוד ופיתוח עצמי של התלמידים.

א. הנעה

היות והתוכנית תדרוש פעילות עצמאית רבה של המורה, בצד מאמץ מיוחד לפעילות במתכונת חדשה ובלתי שגרתית - תהיה ההצלחה תלויה במידה מכרעת במידת ההנעה של המורה, שכן עיקר העומס הוא על כתפיו.

"מכירת" התוכנית למורה, יצירת התלהבות ומחויבות לביצועו יעמידו אתגר רציני בשלב הכנת המורים לקראת הפעלת התוכנית. יש אפוא לעבד תכנית אופרטיבית מפורטת לטיפול במישור זה.

ראוי לציין כי גם אם התוכנית היא אכן דבר חדש ומלהיב וניתן "למכירה", יש לתת את הדעת לחששו של המורה מפני החדש והלא נודע. התמודדות לא נכונה עם נושא חדשני עלולה לערער את בטחונו העצמי של המורה ולפגוע במעמדו ובסמכותו בכיתה.

תשובה לפרובלמטיקה זאת תינתן במישור הבא.

ב. מודעות עצמית

מאז ומתמיד נתפס המורה כאוטוריטה בתחום המידע והידע. בתוכנית זו מתקיים תהליך פיתוח המקדם את התלמידים לעבודה ולפיתוח עצמי. בדרך זו יכולים התלמידים לעלות על מוריהם הן במידע (INFORMATION) - והן בידע (KNOWLEDGE). אמנם חז"ל אמרו שאין הרב מתקנא בתלמידו, אך לא קבעו שהוא אינו חושש למעמדו.

כיום, נחלתו של כל איש מדע בעל שיעור קומה היא האמירה: "איני יודע דבר זה או זה". לנוכח "התפוצצות" המידע, חלוקת הידע הכללי בין רבים ושונים - שיתוף בין־אישי ובין־תחומי הוא מיסודות הטכנולוגיה המתקדמת. יתרונו של המורה במערכת מתקדמת, לא יכול לבוא לידי ביטוי במידע דווקא, כי אם בגישה ובידע המערכתי. אחד מכותבי שורות אלה מנחה שנים באוניברסיטה סמינריונים במגוון נושאים, שבהם המידע של הסטודנטים עולה לאין ערוך על זה של המרצה. אין זה גורע מאומה מהערכת הסטודנטים את הניסיון ואת כושר ההנחיה, הבנייה, הניתוח

והביקורת של המנחה. יש להקנות למורים את המודעות העצמית של עוצמת גורמים אלה, ככלים להוראה ולפיתות של התלמידים וכבסיס לסמכות וליוקרה של המורה.
תוכנית הקניית מודעות זו למורים וחיזוק ביטחונם העצמי, תצליח ביחוד אם מדריכי המורים יוכלו להדגים למורים, הלכה למעשה, כי גם הם אינם "יודעי כל", ועם זאת יוכלו לזכות להערכה גבוהה במסגרת העברת ההדרכה למורים. מובן שהדרכה זו צריכה להיות מלווה בקונטקסטים המקצועיים־טכנולוגיים המתאימים.

ג. המסר העיקרי

מישור זה עוסק בהבהרת המסר העיקרי של התוכנית.
עקרונות המסר הם, כי טכנולוגיה ומדע אינם עניין רחוק, כי אם יצירת סביבה מתוכננת המשרתת את האדם, וכי זה תהליך יום־יומי ומתמשך, שכולנו נוטלים בו חלק ברמה זו או אחרת כבר עתה. התוכנית נועדה להגביר כישורים אלה ולגרום לפרט לעלות על מסלול מתמשך של פיתוח טכנולוגי עצמי, אם במסגרת המקצועית ואם במסגרת האישית. וכן לאפשר הבנה טובה יותר של תהליכים טכנולוגיים המבוצעיים ע"י אחרים בסביבה האישית, הלאומית והעולמית.
לצורך כך יש ליצור הבנה לפעילותם של שני המרכיבים העיקריים בתהליך הטכנולוגי:
– זיהוי וידיעה של מערכות פעולה־תגובה
– תכנון מערכות טכנולוגיות על־ידי צירופים חדשניים – "יצירתיים" – של מערכות פעולה־תגובה קיימות למערכות טכנולוגיות חדשות.
נראה, כי הדגש על תכנון מערכות טכנולוגיות על־ידי צירופים חדשניים הוא המייחד והמבדיל תוכנית זו מלימודי טכנולוגיה שגרתיים. החיוניות של תכנון יצירתי זה בקידום הסביבה שלנו, פיתוח הכישורים הדרושים לביצועו והנחלתם לתלמידים הם עיקרי המסר למורים ולתלמידים גם יחד.

ד. תהליכים דידקטיים

הוראת הטכנולוגיה והמדע תדרוש הפעלת סל תהליכים וכלים דידקטיים. אלה כוללים טקסטים, תרגילים, אמצעי המחשה, עזרים לעבודה טכנולוגית מדעית, ומאגרי מידע.
התהליכים הדידקטיים יכוונו לפי הסעיפים שפורטו כאן ויתמקדו בארבעה מרכיבים:

המישור	שייך למערך ההוראה	נקלט בתלמיד כחומר לימוד	פיתוח המורה מישור תומך
א.הניעה (מוטיבציה)			X
ב. מודעות עצמית			X
ג. מסר בסיסי	X	X	
ד. תהליכים דידקטיים	X		
ה. קונטקסטים	X	X	

– הסבר ענייני, "המסר", של מהות נושא הטכנולוגיה ויחסי הגומלין למדע
– מידע על מערכות טכנולוגיות, בהוראה ובלימוד עצמי
– פיתוח תיאורטי של כושר היצירתיות והתכנון הטכנולוגי
– פיתוח מעשי של הכושר העצמי לתכנון ולפיתוח טכנולוגי תוך שימוש בידע מדעי.
במסגרת זו כלולה גם ההדרכה בשימוש במרכזי פעילות טכנולוגית מדעית.
על־פי ה"מסר" יכוונו התהליכים הדידקטיים להתמודדות טכנולוגית־יישומית עם בעיות אקטואליות. בשלב זה המורה צריך להיות מוכן להפליג עם תלמידיו אל הבלתי נודע, ולפתרונות טכנולוגיים מקוריים – פעילות שתהיה השיא של תוכנית זו.

ה. קונטקסטים

מישור זה כולל את התכנים הפורמליים של כל מערכות הידע והמידע שיש להכין ולהעביר במסגרת התוכנית.
בניית תכנים אלה צריכה להשתלב במתכונת של "פתיחת ראש". כלומר, גם עובדות המובאות במסגרת מערכות המידע ייבנו בדרך של ה"מדוע" יותר מאשר בדרך "ככה זה". ומדובר בכל ענייני הידע, המפרט את המסגרות האנליטיות של המערכות הטכנולוגיות. הקונטקסטים ילבשו צורה על־פי התהליכים הדידקטיים, ועל־פי מסרים שתוכנית זו מיועדת להקנות.
קונטקסטים אלה יש לעבד ולהפעיל בדרך של פעילות הדרכה והוראה מתאימה, יחד עם כל עזרי החומרה והתוכנה הדרושים – תיקי עבודה, חוברות, תכנות מחשב אינטראקטיביות, סרטים, מודלים וכיוצא בזה. בכל השלבים יש לשים דגש על תכליתיות ועל רמת ביצוע גבוהה, כחלק מהמסר שהתוכנית אמורה להעביר.
פעילות משולבת לפי המוצע כאן, תוך פיתוח דינמי ומתמיד של מערכות ההדרכה וההוראה על תכניה ועזריה הם תנאי הכרחי להצלחה של התוכנית לקידום הוראת הטכנולוגיה והמדע בחטיבות הביניים.

25 שנה לנחיתה על הירח

מאת: אילן אהרון

מבצע הנחתת אדם על הירח היה אחד המבצעים המסובכים והמרשימים ביותר שהתבצעו במאה הנוכחית. היה זה הישג טכנולוגי מרשים שהחתירה לקראתו הולידה פיתוחים טכנולוגיים רבים שהשפיעו הרבה מעבר למבצע עצמו.

תכנון התיעוד הצילומי של המבצע היה אף הוא פרק מיוחד בתחום של התקשורת החזותית.

ספינה מוזרה נעה באיטיות מעל פני הירח, באזור הידוע כימת טרנקיוליטי (ימת השלווה), האיטה את מעופה ואט אט נחתה. אבק הירח חזר בהדרגה למקומו. ה"נשר" נחת. שש וחצי שעות חלפו, דלת נפתחה בצד הספינה וסולם הורד ממנה. אדם ירד ממנו והשתהה רגע ובמיקרופון שלו אמר האסטרונאוט את המשפט המפורסם: "צעד קטן לאדם וצעד גדול לאנושות".

הנחיתה היתה ב־20 ביולי 1969. עשרים־וחמש שנים חלפו מאז, רבע מהמאה הנוכחית. רוב בני האדם שהם כיום בגיל הביניים ודאי זוכרים את הרגע הזה, למעלה מ־500 מיליון איש צפו והאזינו בשידור ישיר ברגע ההיסטורי הזה. ניל ארמסטרונג, מפקד ה"נשר", היה האדם הראשון שהניח את כף רגלו על אדמת הירח. מיד לאחר מכן הצטרף אליו הטייס אדוין אלדרין. אחת מן התמונות הרבות שצולמו באותו הזמן היתה של אדוין אלדרין אדם בודד בכוכב מוזר. מאז הודפסה והתפרסמה התמונה הזאת מיליוני פעמים באלפי הקשרים והופיעה על שעריהם של פרסומים בין־לאומיים כגון ה"טיים" וה"נשיונל גיאוגרפיק". מבט מעמיק יותר על התמונה מראה לנו אדם שעומד במרכז, ומעל לראשו מרחבים אינסופיים של חלל שחור וברקע מאחוריו נוף ירח מישורי. מקסדת החלל שעל ראשו משתקפים מכשירים הפזורים בשטח, הצל הוא צילם של המצולם ושל רכב הנחיתה.

ניל ארמסטרונג צילם את התמונה הזאת בעזרת מצלמת הירח מסוג HASSELBLAD DATA, שהיא בעצם מצלמת HASSELBLAD 500EL שהותאמה ושונתה במיוחד לצילום בחלל.

התמונה צולמה ישירות אל מול השמש, אך למרות האור הקשה היא חשופה בצורה מדויקת, חדה ובעלת צבעים ברורים ועשירים. בחזית התמונה אפשר לראות טביעת נעל כשבקצה הפינה הימנית למטה

מזדקר רכב הנחיתה. זוהי התמונה היחידה שבה שני האסטרונאוטים מופיעים יחד. זהו הצילום היחיד שבו ניל ארמסטרונג יכול להראות את עצמו על הירח, כהשתקפות בקסדת החלל של עמיתו.

מבט מקרוב יגלה כמה צלבים דקים מאוד הפזורים בתמונה. אלו נוצרו ממשטח מיוחד שנבנה אל תוך המצלמה ועליו נחרטו צלבים אלו, שצולמו על סרטי הצילום בעת חשיפת התמונות, ומטרתם לשמש למדידות ולמיפוי. סוג דומה של מצלמות, אך בפורמט גדול יותר, שחושפות עם התמונה צלבים המשמשים נקודות ציון, מקובל מאוד בקרטוגרפיה - צילום מיפוי.

מצלמת החלל

מצלמת החלל שבה השתמשו האסטרונאוטים בעת הנחיתה ובצילום התמונות על הירח היתה דגם מיוחד של מצלמת הסלבלד - HASSELBLAD EL DATA.

מצלמת הסלבלד הראשונה בחלל (אוקטובר 1962) היתה מדגם 500C. היא נרכשה בחנות לצורכי צילום ביוסטון, והותאמה בידי טכנאי נאס"א לצילום בחלל. לאחר הטיסה המוצלחת הראשונה התקשרה נאס"א להסלבלד שהיתה מאז אחראית לפיתוח דגם מיוחד לטיסות חלל. במקביל, הוקמה בנאס"א מחלקת שירות מיוחדת, שתפקידה היה לטפל במצלמות האלה, ולתת להן שירות וטיפול תקופתי בכל פעם שהסתיים מחזור צילום של 4,000 תמונות.

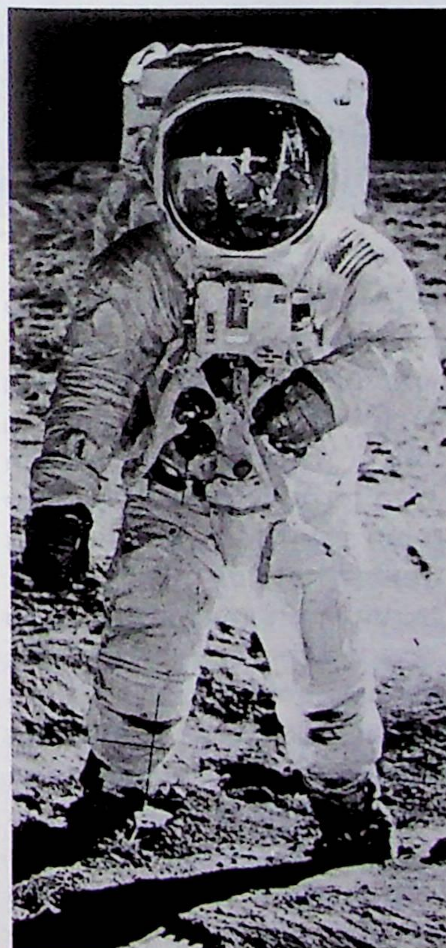
בבית־החרושת של הסלבלד בגוטנבורג שבשוודיה הוקם צוות שתפקידו הבלעדי היה להתאים ולפתח את המצלמות על־פי הדרישות הספציפיות של נאס"א. צוות זה כלל בתקופת השיא שלו שישה אנשים שעבדו במשרה מלאה למטרה זו.

לצורך התאמת מצלמת הסלבלד למשימת החלל הוסרו הראי ומסך המיקוד, שהוחלף במשטח אטום לאור, בוטל הסגר המשני מאחר שצמצם העדשה נשאר סגור בין החשיפות, גם המערכת המכאנית הפותחת את הסגר כאשר המצלמה נדרכת בוטלה. הציפוי דמוי העור הוסר מגוף המצלמה, ובמקומו נצבעו חלקים אלו וגם העצמית בשחור מט, כדי להפחית את הסיכוי של החזרות אור מקריות.

כל כפתורי התפעול תוכננו מחדש, כדי שהאסטרונאוטים הכלואים בחליפות החלל המגושמות שלהם יוכלו להפעילם בקלות.

דרישות קשוחות

באותו הזמן בערך, ביקשה נאס"א מחברת קודק ברוצ'סטר לפתח סרטי צילום חדשים שיהיו דקים יותר ועם אמולסיות מיוחדות. ובמקביל בבית־החרושת לעדשות קרל צייס שבגרמניה התחילו לחקור וללמוד את השינויים בעדשות במצב של ואקום. בהסלבלד שונה והותאם הסגר. חמרי



שימון וסיכה נבחרו בזהירות מרבית בגלל החשש שמא חומרי סיכה רגילים יתאדו בוואקום וידבקו למשטחי הפנים של העדשות.

בעקבות האסון שאירע בתחילת 1967 ובו נהרגו שלושה אסטרונאוטים בעת שריפה בזמן האימונים הוחמרו הדרישות הטכניות ממצלמת הירח. נאסר השימוש בחומרים סינתטיים וכל המגעים החשמליים כוסו, כדי למנוע חשש מהתלקחות בחמצן נקי.

ההסלבלד 500EL שהוצגה בראשונה ב־1965, נבחרה ב־1967 לאחר דיונים ופיתוחים שונים לשמש כמודל למצלמת חלל. הדרישות והנתונים הטכניים למצלמת הירח גובשו סופית בספטמבר 1968. עצמית חדשה לגמרי תוכננה על ידי קרל צייס. לעצמית זו היתה פתיחה מקסימלית F/5.6 ואורך מוקד של 60 מ"מ ועיוותיה האופטיים היו מינימליים. תיכנונה הושלם סופית בפברואר 1969. המצלמה הגמורה עבור אפולו 11 נשלחה מהסלבלד ב־1 במרס 1969.

על סיפונה של אפולו 11 היתה "מצלמת ירח" אחת ועוד שתי מצלמות חלל "סטנדרטיות". לפני המסע, הוטענו מחסניות הסרטים בסרטי 70 מ"מ על סליל פתוח, דבר שאיפשר 200 חשיפות לכל גליל. המחסניות הוטענו בחדר חושך וסדרה של צילומי מבחן של לוח מטרה צולמה בכל אחת מהן. לאחר המסע מהחלל, נחתכו מגלילי הצילום קטעים אלו ופותחו כסרטי מבחן, כדי לזהות ולאתר פגמים שיהיה אפשר לתקנם על ידי שינוי בזמן הפיתוח.

...צעד גדול לאנושות

כאשר האסטרונאוטים ארמסטרונג ואלדרין הנחיתו לבסוף את ה"נשר" (רכב הנחיתה) על הירח, נותר להם דלק רק עוד ל־15 שניות של תימרונים. ניל ארמסטרונג היה יכול אז לדווח: "כאן בסיס ימת טרנקיוליטי, הנשר נחת".

בספינת החלל קולומביה המשיך הטייס מיכאל קולינס להקיף את



הירח. הוא השלים 30 מסלולי הקפה בגובה של 96.5 ק"מ מעל פני הירח, ובתוך כך הספיק לצלם סדרה של צילומים מרהיבים כשהוא משתמש בשתי מצלמות ההסלבלד.

שש וחצי שעות לאחר הנחיתה, ב־20 ביולי 1969, היה ניל ארמסטרונג הראשון שצעד על פני הירח. 20 דקות מאוחר יותר הצטרף אליו אדוין אלדרין. כל אחד מהם נשא עמו ספר הוראות מדויק שהדריך אותם מה לעשות דקה אחר דקה. שני האסטרונאוטים התקינו מכשירים שונים ותקעו את הדגל האמריקאי.

ניל ארמסטרונג, מפקד המבצע, היה זה שצילם. ההוראות שניתנו לו היו לצלם כל מה שנראה לו מעניין. הוא צילם בסך הכל שלוש מחסניות סרטים עם 150 צילומים בכל אחת. רבים מהצילומים אינם מעניינים את רובנו, אך מספר מפתיע מהם יכול להיחשב כבעל ערך היסטורי.

המצלמה היתה מחוברת בגובה החזה לחליפת החלל שלו. הוא לא היה יכול להרימה לעיניו ולכוונה. היא פנתה לאן שפנה גופו, וכך, כשרצה לצלם את טביעת רגלו על אדמת הירח היה צריך לנטות ולהתכופף קדימה כדי לעשות זאת. בכל פעם שצילם תמונה, היה עליו לומר "עכשיו אני מצלם". וכך בתחנת הבקרה בכדור הארץ יכלו לעקוב כמה תמונות צילם.

ארמסטרונג עצמו לא יכול היה לראות את מונה התמונות על המצלמה.

בגלל תהליך הנחיתה שארך זמן רב, היו האסטרונאוטים "קצרים" בזמן כשנחתו. למרות נסיבות אלה הצליח ארמסטרונג "להפיק" צילומים שלא רק שהיו טובים טכנית, אלא הצליחו להעביר את ההוד של האירוע, את ההרגשה של להיות חשוף בחלל.

לאסטרונאוטים היתה גם מטלה לאסוף דוגמאות מסלעי הירח ולהביאם חזרה לכדור הארץ. הם אספו 25 ק"ג של אבק וסלעים וארזו אותם בקופסאות מיוחדות.

לאחר שה"נשר" עזב את הירח, לאחר ביקור של 22 שעות, מצלמת הירח כבר לא היתה על סיפונו. היא ננטשה יחד עם ערימה גדולה של מכשירים על אדמת הירח.

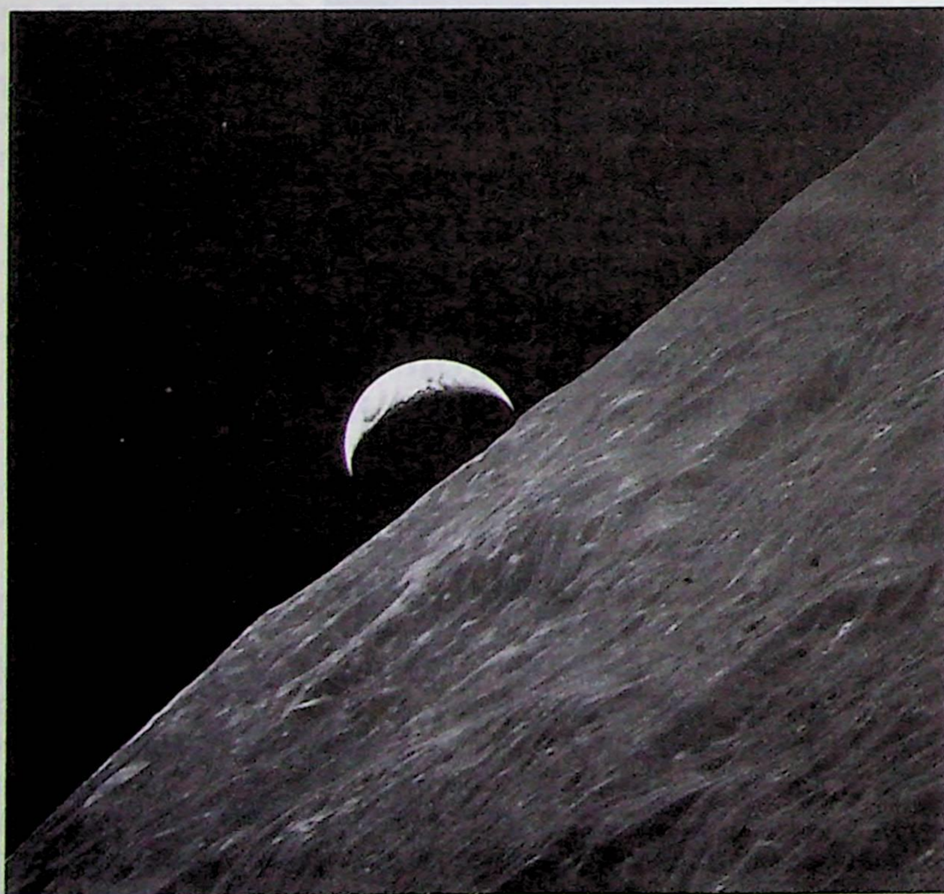
בסך הכל, 12 מצלמות הסלבלד הושארו על הירח בשנים 1972-1969.

סוף דבר

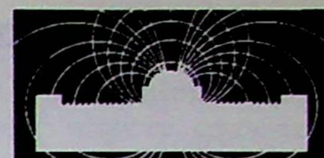
כאשר שבו החללית והאסטרונאוטים לאדמה לאחר שהצליחו במשימתם, הוכנסו האסטרונאוטים וגם מחסניות הסרטים להסגר. אולם הסרטים החשופים היו בין הדברים הראשונים שהוצאו מן ההסגר. הם "התכבדו" במנה של גז אתן, שהוא משמיד חיידקים חזק. בתחילה פותחו אותם קטעי מבחן שהושוו ללוח המטרה המקורי שצולם, ולאחר מכן פותחו הסרטים בשלמותם.

התמונות שהתקבלו היו טובות כל־כך שהן לא נכנסו רק להסטוריה של הצילום, אלא הופיעו בכל פרסום חשוב של תיאור היסטורי של הזמן המודרני.

הרבה השתנה מאז, אולם הרושם הרב שהותירו התמונות שצולמו אז נשאר גם היום.

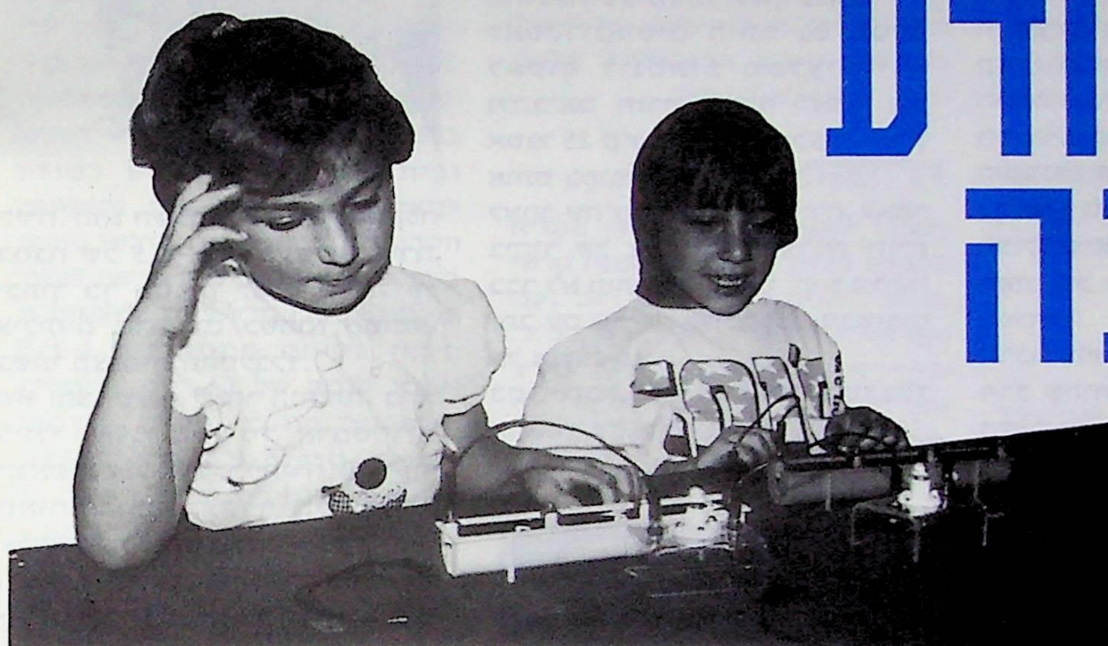


זריחת כדור הארץ



המוזיאון הלאומי למדע תכנון וטכנולוגיה

טכנודע חיפה



לרשות קהל התלמידים והמורים הפוקדים את המרכז מגוון פעילויות: סיור במוזיאון, פעילות מעבדתית, חוגי־מדע, קיטנות מדעיות, ימי חוויה מדעית, השתלמויות לגננות ולמורים.
המוזיאון, באמצעות אגף הנוער, מקיים פעילויות מדעיות מחוץ לכותלי המוזיאון בבתי הספר, הן במסגרות העשרה ופרויקטים יחודיים, והן בחדרי מדע באופן סדיר במהלך השנה.

המוזיאון למדע – טכנודע – הוקם בשנת 1983 באולם של כ־200 מ"ר עם כ־50 מוצגים הממחישים על־ידי הפעלה עצמית עקרונות מדעיים וטכנולוגיים.

את הקמתו הנחו שלוש מטרות עיקריות:

1. להמחיש לקהל הרחב בכלל, ולבני הנוער בפרט, עקרונות מדעיים שונים, שהם חלק בלתי נפרד בתרבות חיינו, בצורה פשוטה, מעניינת ומהנה.

2. להציג בפני הקהל הרחב את השגיה המרשימים של מדינת ישראל במדע ובטכנולוגיה.

3. לשמש מרכז חדשני לחינוך מדעי, שמטרתו לעורר התעניינותם של בני נוער, החל מגיל הגן, מכל שכבות האוכלוסיה בארץ, בנושאים מדעיים וטכנולוגיים, כך שבעתיד יוכלו להשתתף בעשייה המדעית והטכנולוגיה של מדינת ישראל.

בשנת 1985 קיבל קורטוריון הטכניון החלטה הקובעת, שקמפוס הטכניון בהדר הכרמל יהפוך למשכן הקבע של המוזיאון למדע. באותה עת קיבל המוזיאון הכרה לאומית מממשלת ישראל ושמו הוסב רשמית ל: **"המוזיאון הלאומי למדע, תכנון וטכנולוגיה – מרכז דניאל ומטילדה רקאנטי".**

החלטות אלה הובילו את הנהלת המוזיאון להתחייב לשפץ ולשחזר את הבניין ההיסטורי של הטכניון, המסמל יותר מכל את התחלת ההשכלה הגבוהה בארץ.

מבין שלוש המטרות רואה הנהלת המוזיאון במטרה השלישית, כחשובה ביותר, ואכן בשנת 1986 הוחלט על הקמת אגף הנוער, אשר מייעד עצמו להרחבת הסביבה הלימודית במדעים והעשרתה, תוך כדי הפעלה חווייתית של התלמידים באמצעות הדגמות מרהיבות והתנסות עצמית מרתקת.

אגף הנוער פעל במשך שנתיים במתכונת ניסויית מצומצמת, ולאחר שהנהלת המוזיאון הגיעה למסקנה כי בזו הדרך יש לבחור, הוחלט להגדיל את היקף פעילותו.

לשם מימוש החלטה זו הושקעו כספים מכספי תרומות, שיעודן המקורי היה - שיפוץ ושיחזור הבניין ההסטורי של הטכניון - משכנו של המוזיאון.

נכון להיום מפעיל אגף הנוער כ-60,000 תלמידים בעזרת צוות המונה 20 עובדי מנהלה, במתקן הסמוך למוזיאון ובו ארבעה אולמות הדגמה, תשע מעבדות ושני חדרי-הכנה.

לרשות קהל התלמידים והמורים הפוקדים את המרכז מגוון פעילויות: סיור במוזיאון, פעילות מעבדתית, חוגי-מדע, קיטנות מדעיות, ימי חוויה מדעית, השתלמויות לגננות ולמורים.

המוזיאון, באמצעות אגף הנוער, מקיים פעילויות מדעיות מחוץ לכותלי המוזיאון בבתי הספר, הן במסגרות העשרה ופרויקטים יחודיים, והן בחדרי מדע באופן סדיר במהלך השנה.

כאמצעים נוספים להשגת מטרותיו מקיים המוזיאון חידון מדעי לבני נוער - "אולימפידע", מוציא לאור עיתון מדעי "ניצני-מדע" ומשתתף בפינות מדע בתוכניות הטלוויזיה השונות המיועדות לילדים ולנוער.

הפעילויות במוזיאון הלאומי למדע

1. מדע בחינוך הקדם יסודי

מדע לטף

מערכת החינוך והוועדות הסמוכות לה מייחסות חשיבות רבה לשיפור הוראת המדעים ולטיפוח כישורי היסוד של תפקוד הילד בחברה המודרנית. תהליך שמן הראוי שיתחיל כבר בגיל הרך, שבו הן רואות את העתודה לפוטנציאל מדעי בעתיד, בהנחה שהיסודות הנדרשים בגיל הרך בונים תשתית מוצקה, שעליה ניתן להרחיב בעתיד את לימודי המדעים.

התכנית "מדע לטף" פותחה באגף הנוער של המוזיאון הלאומי למדע, ונוסתה במשך שנתיים בכמה גני ילדים במחוז חיפה.

מסקנות הניסוי סוכמו בדו"ח מחקר: "משמעותיות חשיפת ילדי גן למוזיאון למדע". המחקר תוכנן ובוצע על-ידי האגף לחינוך הקדם יסודי, ביוזמתה ובפיקוחה של הד"ר רינה מיכאלוביץ'.

בעקבות הדו"ח יזמו האגף לשח"ר מחוז חיפה והאגף לחינוך קדם-יסודי את כתיבת התכנית לגיל הרך. ספר הדרכה זה, הערוך בצורת מדריך לגננת, נכתב בעקבות הניסוי והמחקר המסכם. כתיבת התכנית לוותה בהתנסות של כיתות גן נוספות במשך שנות הלימודים תשמ"ט - תשנ"ג.

מטרות תכנית מדע לטף:

1. ליידד גננות וילדים עם עולם המדע ולקרבם אל עולם זה תוך הנאה ומשחק, באמצעות ניסויים מרתקים ומצבי לימוד משעשעים ומעוררי פליאה.
2. להנביט ניצני חשיבה מדעית אצל הילדים על ידי הקניית מבחר מושגים המשמשים במחקר מדעי אמיתי, כלומר מינוח מדעי, ולאמנם במיומנויות מחקר ראשוניות ובהן: הבחנה בחוקיות התופעות המתרחשות סביבם; תמיהה ורצון להבין; שאילת שאלות והשערת השערות; הערכה והסקת מסקנות; יישום מסקנות במצב חדש.
3. לערוך לילדים היכרות ראשונית עם מעבדת מחקר ועם כלי מעבדה המשמשים מדענים. ללמדם את שמות הכלים, אופן השימוש בהם, וכללי הזהירות והבטיחות.
4. לעורר אצל הילדים סקרנות ורצון להבין את המתרחש סביבם.
5. לטפח אצל הילדים יחס של כבוד והערכה לעבודת המדענים.

חמש המטרות מבטאות את התבנית הכללית של התכנית, ואליהן נוספים יעדי הוראה ספציפיים הרשומים בתחילת הפעילויות.

קהל היעד ומבנה התכנית

התכנית מיועדת לגילאי גן חובה.

הפעילויות המתוארות בתכנית יכולות להתבצע בשלוש מתכונות שונות:

1. במעבדות המוזיאון הלאומי למדע, בהדרכת צוות המוזיאון, המיומן בהוראה לגיל הרך.
2. במעבדות מדעים אזוריות, בהדרכת גננות שהוכשרו להנחיית הנושאים המדעיים.
3. בפעילות השוטפת בגן ע"י גננות שעברו השתלמות.

פרקי התכנית מדורגים, אך ניתנת אפשרות לבחירה חופשית של פעילויות שונות מתוך המגוון שבכל תחום - בתנאי שאין מדלגים על אף שלב בתכנית. על הסדר המוצע רצוי לשמור (לפחות בתהליך הלמידה של הגננת).

חשוב שבכל כיתת גן המשתתפת בתכנית תהיה פינת מדע פעילה, שבה יוכלו הילדים להתנסות באופן חופשי בחומרים ובכלים שבהם עוסקת היחידה הנלמדת.

הפעלת התכנית

הציוד הדרוש לפעילות מושאל ע"י המוזיאון הלאומי למדע ומתוחזק ע"י הצוות הטכני שלו.

לקראת הפעלת התכנית בגן על הגננת לעבור השתלמות.

בשנה"ל תשנ"ג עברו השתלמות זו כ-30 גננות ממחוז חיפה ובשנה"ל תשנ"ד תופעלנה בגנים אלו פינות המדע.

למוזיאון הלאומי שלוחה ביוקנעם - בשלוחה זו, המשמשת כמרכז מדעי לגיל הרך, פעילים כל הילדים בגני החובה ביוקנעם.

2. מדע וטכנולוגיה בבית הספר היסודי

מספר שנים לאחר תחילת הפעילות הגיעה הנהלת המוזיאון למסקנה, כי יש להרחיב את הפעילויות החינוכיות אל מחוץ לכותלי המוזיאון ומעבדותיו, למרות העובדה שיש חשיבות לחשיפת תלמידים ליחודו של המוזיאון, אין ספק כי תלמידים אמורים לקבל בבית הספר ובסביבה הקרובה חשיפה והעשרה מדעית באמצעות מורי בתי הספר.
התכניות הלימודיות מכילות אמנם תכנים מרתקים וחשובים, אך העדר אבזרי לימוד והעובדה כי המורים אינם מכירים מקרוב הפעלת ציוד מעבדתי, הם הגורמים לחסר בהוראת המדעים בבתי הספר היסודיים.

לאור זאת הוחלט על הפעילויות המפורטות להלן:
א. הפעלת חדרי מדע בבתי הספר
ב. קיום אירועים מיוחדים בבתי הספר
ג. הפעלה מדעית במסגרת יום חינוך ארוך בבית הספר
ד. השתלמויות מורים
ה. השאלת ציוד לבתי הספר.

פירוט תכנית פעולה

א. הפעלת חדרי מדע בבתי הספר
המוזיאון הפעיל חדרי מדע בבתי ספר בישובים: אור יהודה, נווה מונסון, ביה"ס ישגב בתל־אביב, גבעת אולגה, כפר ויתקין, בית יצחק, טבעון, ראש פינה ומעלות.
חדרי המדע הוכנו וצוידו בשיתוף מנהלי בתי הספר, מורי הטבע והפיקוח על המדעים.
הפעילויות המועברות תוכננו על־ידי צוות משותף של אגף הנוער, בית הספר והפיקוח על המדעים.
כל שלוחה זוכה לפיקוח והנחיה אקדמית, פיתוח ניסויים ובניית אבזרי לימוד הנדרשים לביצוע הניסויים, השאלת ציוד ייחודי, רכישת ציוד מתכלה וחומרים באופן מרוכז, לשם הקטנת העלויות.

ב. אירועים מיוחדים בבתי הספר
אגף הנוער מקיים פעילויות העשרה ייחודיות בתוך כותלי בתי הספר במחוז חיפה במסגרת שבוע תרבות, או במסגרת תכניות לימוד נוספות. באירועים אלה מבוצעות הדגמות וניסויים בכיתות.
בתום הפעילות מתקיים אירוע מרכזי בבית הספר, המסכם את העשייה המדעית במפגן כגון: שילוח טילים, כדורים פורחים ועוד.

פעילות נוספת היא התערוכה הניידת – הצוות הטכני של מוזיאון בנה 20 מוצגים המושאלים לבתי הספר. בכמה מוקדים הפעיל צוות אגף הנוער סדנאות יצירה מדעית לתלמידי בתי הספר בנושאים הקשורים למוצגי התערוכה.

ג. יום חינוך ארוך
אגף הנוער פיתח סדרת ניסויים המהווים פעילות העשרה במסגרת יום חינוך ארוך.
בפיתוח ניסויים אלה עמדה לנגד עיני המפתחים המגבלה, שניסויים אלה מבוצעים בכיתה ללא כל אמצעים מעבדתיים. בפעילות זו הושם אפוא דגש על "המדע סביב לנו".

ד. השתלמויות מורים
אגף הנוער מקיים, זו השנה השנייה,



קורס העשרה שנתי למורי בתי הספר היסודיים המצויים בשנת שבתון.
מטרת הקורס: הקטנת חרדות וטיפוח הפתיחות להוראת המדעים. במסגרת הקורס מועברות הרצאות, הדגמות וחשוב מכל, המורים מתנסים בעבודה מעבדתית.

ה. השאלת ציוד לבתי הספר
בתי־ספר, המגיעים לפעילות מעבדתית במוזיאון והנחשפים לאבזרי הלימוד הייחודיים שפותחו בו, יכולים לשאול, עפ"י בקשת המורים, ציוד זה. כך יכולים התלמידים לחזות שוב בהדגמות שצפו בהן בעת ביקורם.

3. ביקורי כיתות בתי ספר

א. סיורים במוזיאון

מטרות התכנית ותוצאות מצופות
אנו רואים חשיבות עליונה בביקורי כיתות במוזיאון. מיקום המוזיאון בבניין ההיסטורי של הטכניון מהווה עבור התלמידים נקודת מפגש בין העבר המדעי של מדינת ישראל ובין ההווה והמחר.
הניסיון שהצטבר במהלך שבע השנים



שעברו מצביע על מטען חוויות עשיר שאיתו יוצא כל מבקר מהמוזיאון.
חשיפת התלמידים לסביבה מדעית במוזיאון מעודדת את המשך התעניינותם בסוגיות מדעיות.

תיאור התכנית
1. סיור מודרך במוזיאון – מסלול פעילות המיועד לתלמידי חטיבת ביניים וחטיבה עליונה.
2. סיור מודרך ובנוסף, הדגמות "שעשועי מדע" – מסלול פעילות המיועד לתלמידי חטיבת ביניים, חטיבה עליונה ולתלמידי סמינר.
3. סיור לימודי המתמקד בנושא מסוים. במסלול זה מוצג הנושא בליווי הדגמות. לאחר מכן, בעזרת דפי הפעלה, "חוקרים" התלמידים מוצגים נבחרים השייכים לנושא הנדון. פעילות זו מיועדת לתלמידי ביה"ס היסודי.

ב. פעילות מעבדתית

מטרות ותוצאות מצופות
מטרותינו בפעילות זו לעורר התעניינות וסקרנות בעת הפעילות במעבדה, לאפשר לתלמידים לחקור, לגלות ולהפנים מושגים ועקרונות מדעיים שאותם ניתן ללמוד בדרך אחת ויחידה: ביצוע ניסוי.

אנו מצפים שהתלמידים ייווכחו, כי התעסקות בסוגיות מדעיות כרוכה בהנאה. כך אנו מקווים להקטין חרדות ו/או למנוע היווצרותן ולהוביל את התלמידים למסקנה כי המדע פתוח ומובן לכל. בדרך זו אנו מקווים לעודד בני נוער רבים יותר לבחור מסלול מדעי טכנולוגי מוגבר, לכשיגיעו לשלב שבו עליהם להחליט על מסלול לימודים.

תיאור התכנית
הפעילות מיועדת בעיקר לתלמידי בית הספר היסודי, חטיבת הביניים והחטיבה העליונה.
בתיאום עם רכז/ת הטבע או המדע מבתי הספר נבחר נושא הלימוד.
בתחילת המפגש מוצגים המושגים המדעיים ע"י הדגמות, ולאחר מכן התלמידים מתחלקים לקבוצות ועוסקים בפעילות מעבדתית תוך התנסות עצמית.
המפגש המעבדתי יכול להוות פעילות חד־פעמית לצורך פתיחת נושא הנלמד בבית הספר, או לשם סיכום יחידת לימוד. רוב בתי הספר מגיעים למספר מפגשים בשנה, אך הולך וגדל מספר בתי הספר המגיעים לפעילות מעבדתית מתמשכת (אחת לחודש).
בתי־ספר אלה זוכים לשירות נוסף: הנחיית מורי הטבע לפעילות רצופה בבית הספר, ולעיתים מושאל ציוד לצורך הדגמות נוספות במסגרת שיעורי הטבע/מדע.

4. פעילות חוגי נוער

חוגי מדע לתלמידים מתעניינים –
המטרה אותה הצבנו לעצמנו בפעילות זו היא העמקה בנושאים מדעיים וטיפוח החשיבה המדעית בקרב תלמידים מתעניינים.
חוגי המדע במוסדנו הינם רב שנתיים. בשנים הראשונות נחשפים התלמידים לחוגים הפותחים בפניהם את האשנב לעולם המדע. בשלב מתקדם מתחילה התמקדות בנושאי הכימיה והפיסיקה.
אנו מקווים כי טיפוח התלמידים המתעניינים יתגבר בעתיד את העוסקים במדע ובטכנולוגיה.
במסגרת החוגים פעילים כ־650 תלמידים. אנו מקפידים כי לפחות 50% מהם יהיו מאזורים טעוני טיפוח, להם מעניק המוזיאון מלגות מיוחדות.
בחוגי המדע משתתפים ילדים מפרדס חנה ובנימינה בדרום ועד כפר קמא וכפר דרום בצפון.
במסגרת הפעילות אנו מעודדים את המצוינות ובטקס הסיום מחולקות מלגות ופרסים למצטיינים.
ילדים הפעילים בחוגים מספר שנים הופכים למדריכים צעירים לצידם של המדריכים הבוגרים.
למדריך הצעיר חשיבות עליונה שכן הוא הופך לדמות אותה רוצים לחקות

ילדי הקבוצה.

חוגי מדע למחוננים

מטרת התוכנית: הקניית כלי חשיבה מתקדמים לתלמידים מחוננים תוך כדי שימת דגש על פיתוח היכולת לתכנן ניסוי, לבצעו, וחשוב מכל - הסקת מסקנות וניתוח תוצאות.

חוגי מדע לגיל הרך

החוג מיועד לתלמידי גן חובה וכתה א'.

בחוג, המשותף לילדים ולהוריהם, מתנסים הילדים בפעילות מדעית המותאמת לגילם, כשההורים מסייעים בביצוע הניסויים. באמצעות דפי ההפעלה שמקבלים המשתתפים, מתבצעת ההפנמה, כאשר ההורה שותף פעיל לכל תהליך החוויה הלימודית.

קיטנות מדעיות

בחופשת הפסח ובחופשת הקיץ מתקיימות קיטנות מדעיות.

במסגרות אלה מושם דגש על החוויה המדעית בסדנאות ובהפעלות שונות כמו טיולים מקצועיים ומשחקים מדעיים, אותם מפתח צוות אגף הנוער.

במקרים מסויימים משמשות הקיטנות פיצוי לילדים, אשר בשל העדר מקום לא יכלו להשתלב במסגרת החוגים במהלך השנה.

5. חידון מדעי לבני נוער - "אולמפידע"

"אולימפידע" - פרוייקט ארצי לאיתור ולטפוח המצויינות.

לפרוייקט זה שותפים המוזיאון הלאומי למדע - אגף הנוער, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, מכון ויצמן - היחידה לפעולות נוער ומשרד החינוך - האגף למדע ולטכנולוגיה, המחלקה למדעים.

מטרות ה"אולימפידע"

לחידון ה"אולימפידע" שלוש מטרות עיקריות:

1. לקדם את החינוך המדעי־טכנולוגי במדינת ישראל בעזרת מערכת החינוך הפורמלית ובאמצעות כלים נוספים, שיעשירו את תוכניות הלימודים.

2. לעורר עניין בנושאים מדעיים־טכנולוגיים אצל בני נוער (כתות ח'-ט') רבים ככל האפשר בכל רחבי הארץ ומכל שכבות האוכלוסיה, כולל אלה המנוכרים לעולם המדע בגלל סיבות גאוגרפיות, תרבותיות או אחרות.

מושם דגש מיוחד על איזורי השוליים הלאומיים.

3. להציב אתגר בפני בני נוער מוכשרים במיוחד מכל שכבות האוכלוסיה בכל הארץ, בעלי מוטיבציה, יכולת למידה וחשיבה יצירתית ומקורית, אשר שטח התעניינותם מדע וטכנולוגיה.

לפרוייקט שני מרכיבים עיקריים שלהערכתנו יובילו להשגת המטרות המפורטות לעיל, והם:

א. המרכיב החינוכי - מדי שנה מופץ בבתי הספר בכל הארץ חומר העשרה העוסק בנושא מדעי־טכנולוגי שמוגדר מראש בתחילת השנה.

ב. המרכיב התחרותי - מדי שנה נערך חידון ה"אולימפידע" - חידון מדעי כלל ארצי לבני נוער. החידון עוסק בנושא שיוחד לאותה שנה, ומתבסס על החומר שמופץ בבית הספר ועל החומר הלימודי שמוכן ע"י צוות אגף הנוער במוזיאון הלאומי למדע בהתאם לנושא הנבחר.

העבודה הרבה המושקעת בכתיבת החוברת נובעת מהעדר חומר מתאים בעברית לשכבות הגיל המתמודדות בחידון.

בשנה"ל תשנ"ג נושא ה"אולימפידע" הוא "מדע במים".

נושאי האולימפידע בשנים עברו:

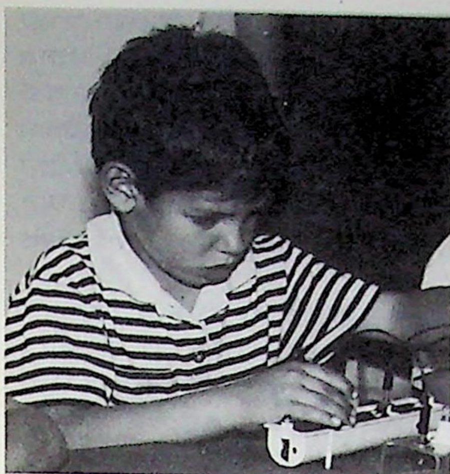
"מוצגי המוזיאון" - תשמ"ט

"אסטרופיזיקה" - תש"ן

"אנרגיה" - תשנ"א

"מדע בספורט" - תשנ"ב

לחידון האוליפידע כמה שלבי מיון. בשלב הראשון שעומד לרשות



התלמידים משמש בסיס לבחינה, רב ברירתית, מסכמת, שכוללת שאלות כלליות בנושאי מתימטיקה, מדע וטכנולוגיה. אותם תלמידים, שעוברים בחינה זו בהצלחה יכולים להמשיך לשלב השני של חידון ה"אולימפידע", שבו החומר שהתלמידים מתבקשים ללמוד הינו בדרגת קושי גבוהה יותר מהשלב הראשון, וממוקד יותר בנושא שנבחר. תלמידים שעוברים שלב זה בהצלחה מוזמנים להשתתף בשלב השלישי, שהוא סדנא מדעית בתנאי פנימייה הנערכת במעונות הסטודנטים בטכניון. במסגרת הסדנא התלמידים שומעים הרצאות, יוצאים לסיורים מדעיים ונהנים מפעילות מדעית

שלב הסיום מצולם ומשודר ע"י הטלויזיה הישראלית.

6. כתבי עת מדעיים פופולריים

מתוך הכרה כי אחד האמצעים לקידום החינוך למדעים הוא הקניית הרגלים של קריאת כתבי עת מדעיים, החל אגף הנוער לפני כשלוש שנים בהפקתו של העיתון המדעי הייחודי לתלמידי בית הספר היסודי ולבני־הנוער - "ניצני מדע".

העיתון מכיל כתבות, סיפורים מדעיים ומדורים שונים.

אנו מקווים כי עיתון זה יחשוף את יופיו של המדע והטכנולוגיה בפני דור העתיד.

מבניות חדשות ביחידת פיתוח חומרה במרכז הפדגוגי

יצחק בר־און

ערכה חדשה של מבניות לתרגול מגברי שרת ואלקטרוניקה תקבילית וערכת מבניות בתקשורת שפותחו ביחידה לפיתוח במרכז הפדגוגי מצויות כבר על המדף

ערכה חדשה של מבניות תרגול במגברי שרת וערכת מבניות בתקשורת שפותחו במרכז הפדגוגי הונפקו בימים אלה ומצויות כבר על המדף (גם חוטי גישור).

כל ערכות המבניות לסוגיהן תואמות ביניהן ומופעלות על אותו משטח תרגול המשמש גם את המבניות הלוגיות.

שבע מבניות שונות **בערכה התקבילית** ובהן מעגלים בסיסיים עם מגברי שרת. שתי מבניות משמשות אמצעי עזר, באחת ארבעה מקורות מתח. עצמאיים מבוקרים ידנית, ובאחרת גנרטור פונקציות מבוקר מתח, חמש המבניות הנוספות כוללות מעגלי תרגול של - מגברי מתח, מגברים מהפכים, מסכמים, מגברי הפרש, גוזר סוכם ומשווה.

שש מבניות שונות **בערכת התקשורת:** מגבר ת"ר בתחום שבין 500kHz ו־1.5MHz. ערבל ומסנן תב"ם ומגבר תב"ם. מתנד VCO לשני תדרים 600kHz ו־455kHz. גלאי FM וגלאי AM עם AGC. אפנן AM ומתנד מקומי בתחום שבין 1MHz ל־2MHz. ומגבר שמע עם רמקול ושקע לאוזניה.

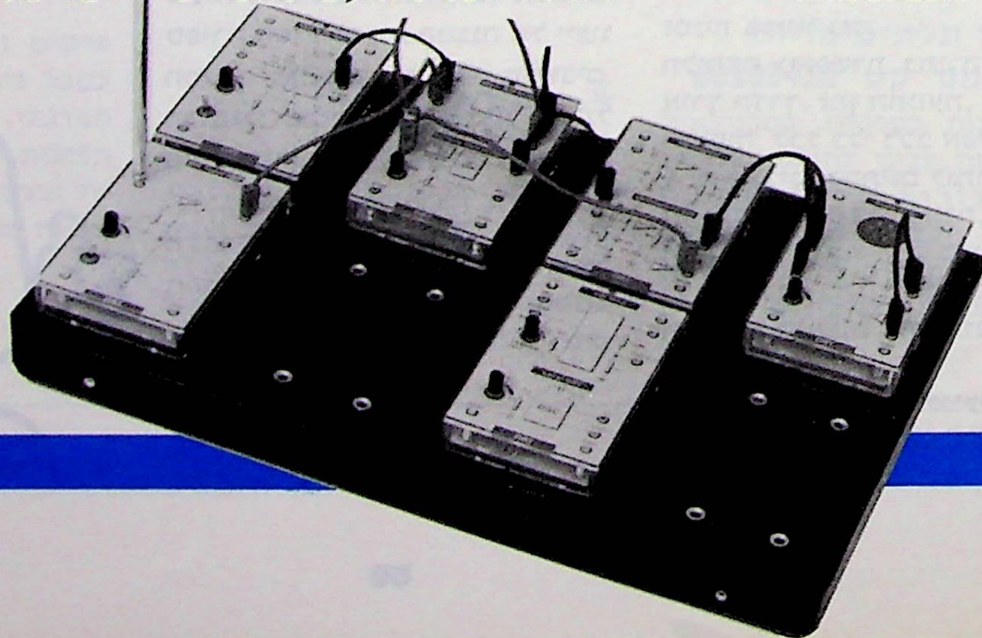
עוד שתי קבוצות של מבניות המצויות על פס הייצור הן של מבניות המרה D/A, A/D, ומיתוג אנאלוגי. ומבניות רכיבים - נגדים, סלילים וקבלים.

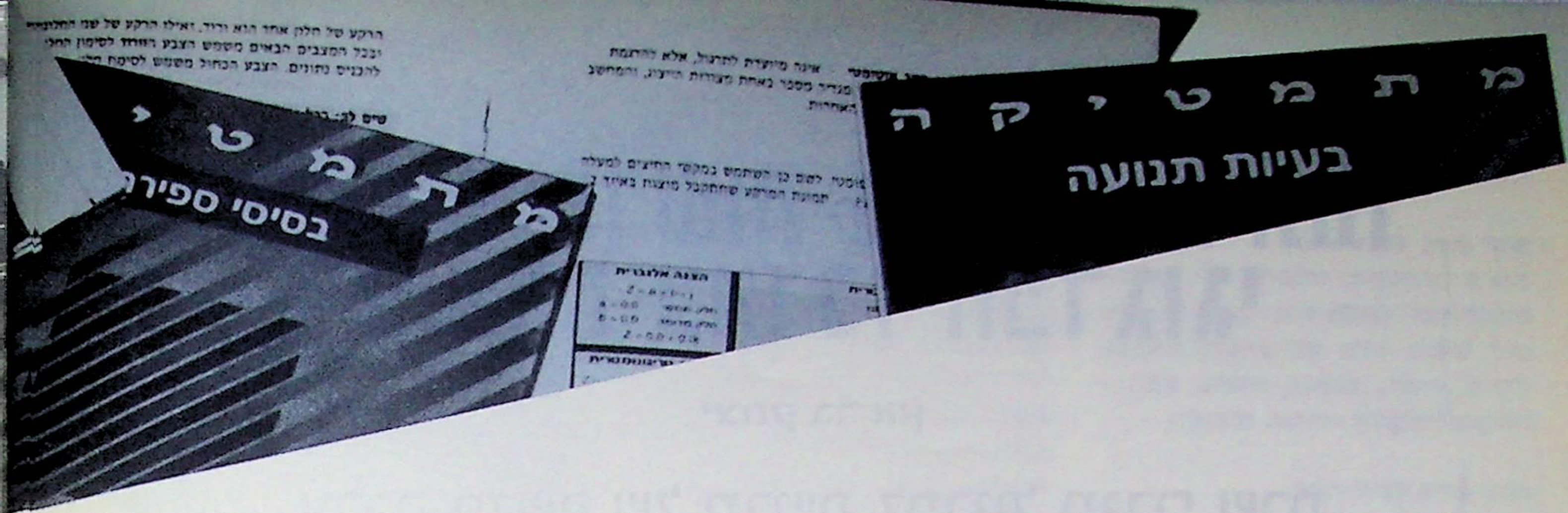
חדשות בפיתוח

המעבדה הממוחשבת - מערכת המתחברת למוצא התקני של המדפסת, מחולקת לשתי יחידות; **היחידה הבסיסית** עם מחברים לארבעה חיישנים אנאלוגיים ומחבר עם שמונה כניסות דיגיטליות. בתוך היחידה הבסיסית יש אופציה להתקין יחידת אוגר נתונים לביצוע מדידות בשדה בלא המחשב. בתוך אוגר הנתונים מותקן שעון זמן אמת ויש בו סוללת גיבוי זיכרון.

יחידת מוצאים המתחברת אל היחידה הבסיסית ויש בה שמונה מוצאי הספק דיגיטליים בחיבור משלים ושני מוצאי הספק אנאלוגיים.

חיישנים - חיישני טמפרטורה בתחומים שונים, חיישני אור, חיישן לחץ (0־1 kPa), חיישני מתח, חיישן פעימות לב וחיישן תנועה. לכל חיישן יש חתימה המאפשרת זיהוי אוטומטי. כל הפיתוחים האלה יוצרו בגרסת אב־טיפוס וחלקם נמצאים בשלבי ייצור מתקדמים.





לומדות אורטסופט במתמטיקה לחטיבת הביניים ולתיכון

לומדות אורט סופט במתמטיקה הן לומדות פתוחות, המאפשרות פעילות מגוונת בתחום הידע שבו הן עוסקות. הלומדות מיועדות למחשבי IBM-PC, IBM-PS/2 או לתואמים, עם כרטיס גרפי VGA (אלא אם צוין אחרת).



א. לומדות לחטיבת ביניים

1. בסיסי ספירה - מס' קט' 60103420

הלומדה **בסיסי ספירה** מיועדת לתרגל מעבר בין בסיסי ספירה שונים לבסיס 10, ומבסיס 10 לבסיסי ספירה שונים. השימוש בבסיסי ספירה חשוב להבנת המבנה של ייצוג המספר וכמבוא ללימודי מחשבים. הלומדה פתוחה, ומאפשרת לתרגל מעבר בין בסיסי הספירה 2 עד 10, וכן בסיס 16, לפי רצון המשתמש. הלומדה כוללת מחשבון לביצוע חישובי עזר.

2. תורת הקבוצות - מס' קט' 60103410

הלומדה **תורת הקבוצות** מיועדת לתרגול גרפי של בעיות מתורת הקבוצות, כפי שהיא נלמדת בחטיבת הביניים.

הלומדה מטפלת בשני סוגי הבעיות העיקריים בתורת הקבוצות:

1. מעבר **מביטוי לקבוצה**: מציאת קבוצת האמת המתאימה לביטוי לוגי נתון, למשל מציאת קבוצת האמת של הביטוי: A U B.
2. מעבר **מקבוצה לביטוי**: מציאת הביטוי הלוגי של קבוצת האמת, למשל: מציאת הביטוי עבור שטח החפיפה של הקבוצות A ו־B.

התרגול בלומדה פתוח, וכולל כל צירוף אפשרי של שתיים או של שלוש קבוצות, ומספר רב של ביטויים לוגיים שונים.

3. תצוגה גרפית של בעיות תנועה - מס' קט' 60103460

הלומדה **בעיות תנועה** מיועדת לתרגול בעיות דרך, זמן ומהירות. תנועה יכולה להיות בכיוון אחד, מ־A ל־B, וכן יכולה להיות תנועה בו־זמנית בכיוון נגדי.

הלומדה מאפשרת בחירה כלי רכב, אורך הדרך, זמן התנועה, או מהירות התנועה. לכל כלי רכב אפשר להגדיר כמה מצבים, בהתאם לנתוני הבעיה. התרגול בלומדה פתוח, ומאפשר הגדרות מגוונות של בעיות תנועה, ודוגמאות להן ניתנות בחוברת ההדרכה המלווה את הלומדה.

* הלומדה **בעיות תנועה** מיועדת למחשבי IBM-PC,IBM-PS/2 או תואמים, עם כרטיס גרפי CGA.



ב. לומדות לתיכון

1. מספרים מרוכבים - מס' קט' 60103400

הלומדה **מספרים מרוכבים** מיועדת לתרגל ולהדגים את השימוש בייצוגים השונים של מספרים מרוכבים: ייצוג אלגברי $(a+bi)$, גיאומטרי (כווקטור (a,b) במערכת צירים), וטריגונומטרי (אורך וזווית: $r(\sin+i\cos)$).

השימוש במספרים מרוכבים חשוב להבנת פתרון כללי של משוואות אלגבריות, ולהבנת תהליכים טכנולוגיים שונים. הלומדה פתוחה, ומאפשרת לתרגל מעבר בין צורות הייצוג השונות, לפי רצון המשתמש.

2. ראייה תלת-מימדית: תיבה - מס' קט' 60103430

פעמים רבות בסרטוט, בטכנולוגיה ובמתמטיקה עלינו להיות מסוגלים לראות צורות תלת-מימדיות מורכבות. הבסיס לראייה התלת מימדית היא התיבה. הלומדה **ראייה תלת-מימדית: תיבה** מיועדת להקנות למשתמש יכולת להרגיש ולבנות תיבה תלת-מימדית.
הלומדה פתוחה ומאפשרת לתרגל ראייה תלת-מימדית בדרגות קושי שונות ומגוונות לפי רצון המשתמש.

3. נגזרות - מס' קט' 60103450

הלומדה **נגזרות** מיועדת לתרגל את ביצוען של פעולות גזירה של ארבע משפחות של פונקציות אלגבריות: פולינומים, ביטויים טריגונומטריים, שברים אלגבריים ושורשים מפולינומים בני שני איברים.
הלומדה פתוחה, ומאפשרת למשתמש לתרגל פעולות גזירה של ביטויים כלשהם מארבע המשפחות הנתונות.

4. תכנון לינארי - מס' קט' 60103440

הלומדה **תכנון לינארי** מיועדת להעמקת ההבנה ולתרגול של תכנון לינארי. מלבד זאת יכולה הלומדה לשמש בקורס גאומטריה אנליטית לתצוגה תלת-מימדית של משטחים.

מחיר התוכנות הוא כדלקמן:

מחיר תוכנה בודדת - 40 ש"ח.
חבילה מלאה של 7 תוכנות מחירה - 200 ש"ח.
יש אפשרות לרכוש הרשאה כוללת לשימוש בתוכנה בביה"ס ללא הגבלה בתחנות בודדות וברשת (כולל היתר לשימוש בבתי התלמידים). תוכנה זו תוכן בנפרד לכל בית ספר כשם ביה"ס יופיע בתוכנה. מחירה של הרשאה תוכנה בודדת -.500 ש"ח. לרוכש חבילה מלאה של 7 תוכנות מותאמות לרשת המחיר יהיה -.2,625 ש"ח.

פרטים נוספים לגבי התוכנות ניתן לקבל ביחידת המיחשוב של המרכז הפדגוגי, טל. 03-395054.
הזמנות יש להפנות למרכז הפדגוגי של אורט בציון מספר קטלוגי של כל תוכנה מוזמנת.

המרכז הפדגוגי של אורט, ת"ד 25203 מיקוד 61025, טל' 03-395054, 03-6315556.

הוצאת הספרים
נעמה לב־ארי

תיב"מ - מערכות תיכון וייצור ממוחשבות

מאת: אברהם בוקאי, מורה בבית הספר התיכון הטכנולוגי ובמכללת אורט יד־לבוביץ נתניה.



ספר הלימוד מתאים לתכנית הלימודים של משרד החינוך והתרבות בצביר מכונות, מערכות תיב"מ (התמחות 03), סמל מקצוע 10.76, רמת לימודים א־ב, בתחום הכרסום והחריטה הממוחשבת.

שני חלקים בספר:
חלק א' - כרסום ממוחשב
חלק ב' - חריטה ממוחשבת

הספר על שני חלקיו עוסק במכלול הנושאים הקשורים לייצור ממוחשב, ומסתיים בשלב של בקרת האיכות, תוך התייחסות לחלק התיאורטי, לשלבי הייצור השונים, ניתוח בעיות והערכה בעקבות ההתנסות.

בספר 8 פרקים ואלו הם:
חלק א' - כרסום ממוחשב
פרק 1 - תיב"מ (תכנון וייצור בעזרת מחשב)
פרק 2 - מכונות CNC במערכות יב"מ
פרק 3 - תהליך ייצור ממוחשב
פרק 4 - תירגול מודרך
פרק 5 - תרגילים בכרסום
חלק ב' - חריטה ממוחשבת
פרק 1 - מכונות CNC בחריטה ממוחשבת
פרק 2 - תהליך ייצור ממוחשב בחריטה
פרק 3 - תרגילים בחריטה

יסודות הפנימטיקה - תרגילי מעבדה במערכות מיכון

מאת: אסף מנוחין

החוברת מלווה את התלמיד בצעדים הראשונים של ההתנסות במערכות פנימטיות (מערכות הפועלות באמצעות לחץ אוויר). החוברת פותחת בבניית מעגלים פנימטיים פשוטים בעלי הפעלה ידנית; בהמשכה - הפעלת צילינדר תחת תנאים מוגדרים (שערים לוגיים בסיסיים); וסופה בבניית מעגלים פנימטיים בעלי פיקוד חצי אוטומטי או אוטומטי.

בחוברת **21 ניסויים** ויש בה פירוט של רוב הידע הדרוש לביצועם. רוב הניסויים כוללים שלושה חלקים משלימים זה את זה:

הכנה: הצגת חומר רקע ושאלות מנחות לביצוע הניסוי
מהלך הניסוי: ביצוע הניסוי בעמדת התרגול, תוך רישום שלביו ותיאורו.
עיבוד נתונים ומסקנות: לאור תוצאות הניסוי.

מגמת עיבוד עץ סרטוט ממוחשב

ביוזמת הפיקוח באגף למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך והתרבות, ראה אור בימים אלה הספר סרטוט ממוחשב מאת **זכריה לוי.**

תוכנת הסרטוט העיקרית המשמשת בבתי הספר היא CADTOOL בגרסה הרגילה (גרסה אנגלית). תוכנת CADTOOL בגרסה עברית



היא פרי פיתוח חדשני המאפשר נוחות מרבית בהפעלה הן למשתמשים בתעשייה והן למשתמשים בבתי הספר!

הספר שלפנינו נועד לסייע בלימוד סרטוט ממוחשב בתוכנת CADTOOL **בגרסה העברית!**

שמונה פרקים בספר ואלו הם:
1. מבוא
2. תוכנת סרטוט CADTOOL – גרסה עברית
3. תרגילים מודרכים לסרטוט ב־CADTOOL - גרסה עברית.
4. תרגילים מתקדמים לסרטוט ב־CADTOOL - גרסה עברית
5. תרגילים לבחירה - סרטוט דו־ממדי
6. תרגילים לבחירה - סרטוט תלת־ממדי
7. נושאים לתרגילים מתקדמים
8. פקודות שימושיות

כמו כן כלולים בו נספחים ובהם פירוט הפעולות העיקריות של מערכת ההפעלה DOS, סימון חתכים במוצרי עץ ורשימת קבצים בתקליטון המצורף לספר.

בסוף הספר מצורפות שתי דיאגרמות של תפריטים לתוכנת CADTOOL (עץ התוכנה) לגרסה העברית ולגרסה האנגלית.

תהליך השלום - תרגילים לדיון ולהפעלה

ערכה חינוכית

הנושא המרכזי בשנת הלימודים הבאה, תשנ"ה, שנקבע ע"י משרד החינוך והתרבות הוא "תהליך השלום: ישראל במזרח התיכון".

במסגרת ההיערכות לקראתם פותחה ערכה חינוכית שכוללת מאמרים וכתבות בנושא השלום, ע"י גב' עדה טרקל, עובדת חינוך בביה"ס אורט ע"ש גרינברג, קרית טבעון.

בנוסף לתכנים הרלוונטיים לנושא, מכוונים התרגילים לדיון ולהפעלה בכיתות להשגתן של שתי מטרות:
- הנחיה לקריאה ביקורתית
- כלי עזר נוסף לטיפוח הבנת הנקרא

הערכה בנויה במתכונת של אוגדן, כך שהמחנכים והמורים

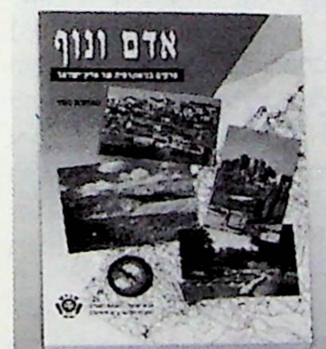


יכולים להשתמש בתרגילים שונים הלקוחים מהחומר.

אדם ונוף
פרקים בגיאוגרפיה של ארץ־ישראל

בימים אלה ראה אור הספר אדם ונוף - פרקים בגיאוגרפיה של ארץ־ישראל מאת זיוה מקסימוב ואיריס גרייצר.

ספר זה מיועד בייחוד לתלמידי ט' והוא עוסק בנושאים אלה:
פרק א' - ממיקומה של ארץ־ישראל וגבולותיה
פרק ב' - הגורמים הטבעיים



המשפיעים על היווצרות הנוף בארץ ישראל
פרק ג' - המים
פרק ד' - מערך ההתיישבות ותנאי הסובב בטבעי בארץ־ישראל
פרק ה' - תמורות בגיאוגרפיה הכלכלית של ישאל
פרק ז' - מגמות בהתפתחות הערים הגדולות של ישראל
פרק ח' - תמורות ביישוב הכפרי־עירוני בישראל

הספר משופע במפות, תצלומים, איורים, טבלאות,

הספרייה המרכזית
ברטה זימלר

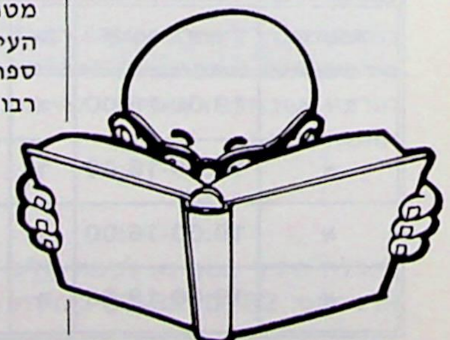
במשך שנת הלימודים תשנ"ד התקבל בספריית המרכז הפדגוגי חומר רב העוסק בהוראת הטכנולוגיה והמדע בחטיבות הביניים. חומר זה כולל ספרים, ערכות למידה, חוברות עבודה וכתבי־עת והוא מיועד לפרויקט חדש המתבצע במרכז הפדגוגי, שמטרתו לפתח חומרי למידה וסביבות הוראה למקצוע החדש.

החומר עוסק בהוראה של טכנולוגיה, מדע ותיכון בחטיבות הביניים בקשת רחבה של תת־נושאים, כגון חומרים, מבנים, אלקטרוניקה, אנרגיה, מערכות תקשורת, טכנולוגיות, מדע, חשמל, מכונות, מחשבים, פוליטיקה ועוד.

אפשר לעיין בחומר במרכז הפיתוח של הפרוייקט הנמצא במרכז הפדגוגי.

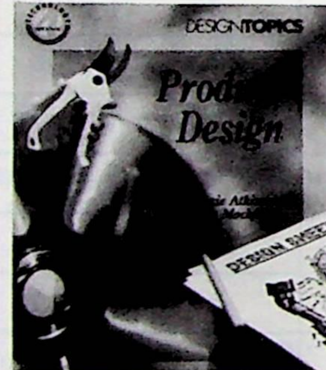
בין **כתבי־העת** שנתקבלו הקשורים לנושאי הפרויקט ראוי לציין את:

- **כמעט 2000** – רבעון למדע ולטכנולוגיה – המכון להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית.
- **FOCUS: the World in Perspective** – ירחון העוסק במדע וטכנולוגיה.
- **Technology & Learning – Peter Li Education Group** – ירחון העוסק בלימוד בעזרת הטכנולוגיה.
- **The Technology Teacher** – ירחון של האגודה הבין־לאומית לחינוך טכנולוגי.



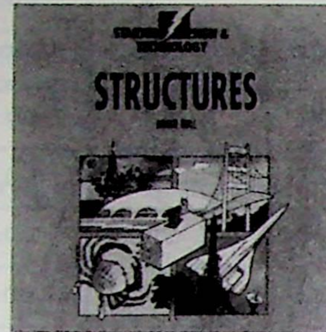
ואלה מקצת הספרים, הערכות והחוברות שהתקבלו, וראוי לציינם:

1. Atkinson Stephanie. & Mockford. Clive –
Product Design
Oxford University Press, C1991.



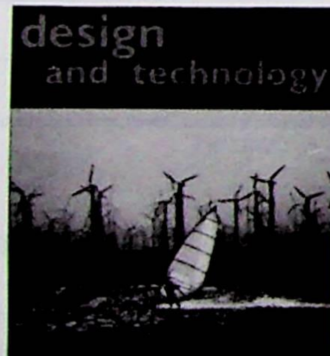
ספר מתוך הסדרה Design Topics- העוסק בתיאור התהליכים הקשורים בעיצוב ופיתוח של מוצרים בכל תחומי הטכנולוגיה שבה הם מבוססים.
מטרתו להדגיש את חשיבות העיצוב בלימוד הטכנולוגיה.
ספר אינטרקטיבי ובו מטלות רבות ותקצירי ביצוע.

2. Bull. Roger –
Structures
London: Cassell, C1989.



ספר מתוך הסדרה Technolog & Starting Design המיועדת לספק משאבים לקורסי מבוא בטכנולוגיה ותיכון. אפשר להכין תוכניות לימוד מתוך שימוש בכמה מן הספרים יחד. ספר זה מסביר מהם מבנים, איך כוח משפיע על מבנים, צורות, קשיות דחיסה ומתח ועוד, והכול דרך ניסויים לתלמידים. לכל פרק יש מילות מפתח ורעיונות לשימוש התלמידים.

3. Garratt. James –
Design and. Technology
Cambridge .University Press, C1991.



ספר טקסט בחטיבות הביניים באנגלית המקיף את הדרישות של תוכנית הלימודים בתיכון וטכנולוגיה לכיתות ח ו־ט. מיועד לעבודה עם דגש על פתרון בעיות. מתוארים בו גם פרוייקטים מעשיים רבים שעוצבו ונעשו בידי תלמידים בסדנאות בית־ספריות.

4. Johnson. Charles D. –
Communication :Systems Instructor's manual
South Holland: Goodheart willcox, 1992

מדריך זה הוא חלק מערכות לימודים הכוללת גם ספר טקסט ומדריך פעילויות לתלמיד. הערכה מספקת את המשאבים הדרושים להוראת דרכי השימוש הרבים בטכנולוגיה למטרות תקשורת. הערכה גם חוקרת את הקשרים



שבין הטכנולוגיות השונות ובכלל זה נושאים כגון: עיצוב, פתרון בעיות, בטיחות ובריאות, תכנון בעזרת מחשב, צילום, אמנויות גרפיות, תקשורת אלקטרונית ועוד.

5. Kerrod Robin
Lights and Lasers.
Oxford University Press, C1993.
ספר מתוך הסדרה – Insight –



מלמד בדרך משעשעת נושאים שונים, כגון: מאין בא האור, איך פועלת העין, מה זה לייזר ואיך עושים את זה, לאיזה שימושים יומיומיים מיועד הלייזר. יש בו הסברים רבים בלוויית מגוון תמונות צבעוניות ודפים מתקפלים. הסדרה מיועדת לפרויקטים בבתי ספר.

השתלמויות למורים בשבתון ולמורים המעוניינים בשנה"ל תשנ"ה

דניאלה וולמן

יחידת ההשתלמויות במרכז הפדגוגי ע"ש מושינסקי של אורט ישראל עוסקת בתכנון, ארגון וביצוע השתלמויות למורים ולבעלי תפקידים במערכת החינוך.

ההשתלמויות הינן בנושאים עיוניים, פדגוגיים וטכנולוגיים והן נערכות בתיאום עם הפיקוח על השתלמויות במשרד החינוך, מוכרות לגמולמאושרות על-ידי קרנות ההשתלמות - כלימודי חובה או רשות - למורים בשבתון.

שם ההשתלמות	קוד	היקף השתלמות	יום	שעות לימוד	סמסטר
הכרת המחשב ומערכת ההפעלה DOS	5101	28	א	19:00-16:00	א,ב
תוכנת Windows 3.1	5102	56	א	19:00-16:00	א,ב
עיבוד תמלילים איינשטיין וגליונות אלקטרוניים - לוטוס 1,2,3	5103	56	ב	19:00-16:00	א
מעבד תמלילים וכלי ביטוי גרפי מדעי - אורן	5104	28	ד	19:00-16:00	א
סיב"מ שלב א' - תוכנת CADTOOL	5105	36	ב	19:00-16:00	א
סיב"מ-תיב"מ שלב ב' - תוכנת CADTOOL	5106	42	ב	19:00-16:00	ב
בקרים מתוכנתים שלב א'	5107	56	ג	19:00-16:00	א
בקרים מתוכנתים שלב ב'	5108	56	ג	19:00-16:00	ב
עיבוד תמלילים Word	5109	56	ב	19:00-16:00	ב
גליון אלקטרוני Excel	5110	56	ג	19:00-16:00	ב
עיבוד תמלילים Qtext וגיליונות אלקטרוניים Quattro Pro	5111	80	ה	19:00-16:00	ב

לימודי שיטות ונושאי חינוך

שם ההשתלמות	קוד	היקף השתלמות	יום	שעות לימוד	סמסטר
סדנת מחנכים בנושאים שונים	5301	84	ד	19:00-16:00	א+ב
שיווק מערכות חינוך - שלב א'	5302	40	ד	19:00-16:00	א
סוגיות בחינוך לשלום	5303	56	א	19:00-16:00	א
כישורי למידה	5304	20	ה	19:00-16:00	א

לימודי העשרה

שם ההשתלמות	קוד	היקף השתלמות	יום	שעות לימוד	סמסטר
יסודות הגרפיקה למתחילים	5201	112	ב	19:00-16:00	א+ב
טכניקות צילום שלב א'	5202	56	א	19:00-16:00	א
טכניקות צילום שלב ב'	5203	56	א	19:00-16:00	ב
יסודות הפקת סרטי וידיאו שלב א'	5204	56	ג	19:00-16:00	א
הפקת ועריכת סרטי וידיאו שלב ב'	5205	56	ג	19:00-16:00	ב
תקשורת חזותית והצילום כאמצעי המחשה	5206	56	ד	19:00-16:00	ב
אמנות כשפה שלב א'	5207	56	ד	19:00-16:00	א
אמנות כשפה שלב ב'	5208	56	ד	19:00-16:00	ב
אמנות כשפה שלב ג'	5209	56	ה	19:00-16:00	א
אמנות כשפה שלב ד'	5210	56	ה	19:00-16:00	ב
אנגלית מדוברת רמה בינונית	5211	60	א	19:00-16:00	א
אנגלית מדוברת רמה מתקדמת	5212	60	ב	19:00-16:00	א

תכנית השתלמות אישית - במחקר ופיתוח

מורה בעל יוזמות או רעיונות למחקר ופיתוח או כתיבת חומר לימודי בנושאים הקשורים בהוראת מתמטיקה, מדעים ו/או טכנולוגיה, יוכל כחלק מלימודיו לעסוק בעבודת פיתוח וכתיבה באחת ממחלקות המחקר והפיתוח של המרכז הפדגוגי כתוכנית השתלמות אישית.

פתיחת כל קורס מותנית במספר הנרשמים

חלק מהקורסים יתקיימו בשלוחה שלנו במכללת אורט ע"ש בראודה בכרמיאל.

הערה:

במהלך שנה"ל אנו מקיימים השתלמויות נוספות וימי עיון עפ"י צורכי המערכת.

קורסים אלה מתפרסמים בחוזרים, שאנו מפיצים כחודש לפני תחילת כל השתלמות.

מורים בשבתון המעוניינים להיות ברשימת המכותבים בשנה"ל תשנ"ה ולקבל חוזרים אלה יציינו זאת בפניה בכתב ליחידת ההשתלמויות.

לקבלת מידע נוסף נא לפנות אלינו בטל': **6314268, 03-395053**, בימים א'-ה', בשעות **14:00-10:00**,
או בפקס: **03-6310282** ליחידת ההשתלמויות.

אורט ישראל

"רשת אורט"

טופס בקשה לפתיחת חשבון

שם המבקש/ת:
רחוב ומספר בית: יישוב: מיקוד:
טלפון בבית (כולל קידומת):
תפקיד בעבודה/בי"ס:
שם המוסד: יישוב:
טלפון (כולל קידומת): פקסימיליה (כולל קידומת):

את פרטים הבאים יש למלא באנגלית (באותיות גדולות בלבד) לצורך תכתובת בין־לאומית:

Full:____
Name
_____________________________:Street and number:___________________
Town

כללי השימוש ברשת התקשורת:

1. כללי השימוש כפופים להוראות גופים מקומיים ובינ"ל בכל הקשור להתנהגות ואתיקה.
2. אין להשתמש ברשת התקשורת לצרכים מסחריים.
3. יש להקפיד על לשון נקיה ולהימנע מביטויים פוגעים.
4. אין להשתמש ברשת לצורך משלוח "מכתבי שרשרת".
5. היתרי גישה, שמות קשר וסיסמאות ניתנים למשתמש לשימושו האישי. אין להעבירם לאחרים.
6. כל שימוש בלתי מותר ברשת, ניסיון גישה ללא היתר או פגיעה בזכויות פרט, זכויות קנייניות ואחרות יגרור נקיטת אמצעיים משמעתיים ומשפטיים כמתבקש.

הצהרת המבקש:

אני הח"מ מבקש לפתוח חשבון משתמש ב"רשת אורט". אני מתחייב לפעול עפ"י הנחיות כפי שתימסרנה לי מעת לעת

חתימת המבקש. תאריך

____

מכאן ומטה לשימוש משרדי בלבד

חתימת מנהל ביה"ס/הממונה:
בקשה מספר:

User Name:____
Password:____
Access Rights: ____________________________Internet Yes/No
Date:______________________